

|  |  |
| --- | --- |
|  | CHIMIE    **CHI-5061**  **Propriétés des gaz et énergie chimique**  Laboratoires    **CORRIGÉ** |

DOCUMENT ADAPTÉ PAR FRANCE GARNIER DE LA CSD À PARTIR du DOCUMENT PRÉPARÉ PAR ANTHONY WONG SEEN, enseignant à la FGA DE LA CSMV. Inspiré d’un document rédigé par Justin Béchard et Isabelle Girard (CSDGS), des laboratoires de OPTION

Adaptée en juin 2018

Table des matières

[Feuille de route : CHI 5061 Propriétés des gaz et énergie chimique 3](#_Toc517349050)

[Laboratoire 1 : Plongée sous-marine 5](#_Toc517349051)

[Laboratoire 2 : Un ballon explosif 14](#_Toc517349052)

[Laboratoire 3 : 25](#_Toc517349053)

[Transport de gaz sous pression 25](#_Toc517349054)

[Laboratoire 4 : Du vinaigre comme herbicide 36](#_Toc517349055)

[Laboratoire 5 : La température finale d’un mélange 45](#_Toc517349056)

**[ANNEXES CHIMIE](T:\\615-Escale\\Maths-sciences\\Renouveau pédagogique\\Chimie\\CHI 5061\\Documents du cours Escale\\Cahier de labo Escale\\CHI5061 cahier labos corrigé-comm.FG2.docx" \l "_Toc517349057)** [58](T:\\615-Escale\\Maths-sciences\\Renouveau pédagogique\\Chimie\\CHI 5061\\Documents du cours Escale\\Cahier de labo Escale\\CHI5061 cahier labos corrigé-comm.FG2.docx" \l "_Toc517349057)

[LISTE DU MATÉRIEL DISPONIBLE POUR LES LABORATOIRES DE CHIMIE 59](#_Toc517349058)

[TERMES UTILISÉS POUR LE MATÉRIEL DE LABORATOIRE DE CHIMIE 60](#_Toc517349059)

[COMMENT EFFECTUER UNE DISSOLUTION 62](#_Toc517349060)

[COMMENT EFFECTUER UNE DILUTION 63](#_Toc517349061)

[Comment lire un volume 64](#_Toc517349062)

[Incertitudes sur les mesures 64](#_Toc517349063)

[COMMENT RÉDIGER UN RAPPORT DE LABORATOIRE 66](#_Toc517349064)

# 

# Feuille de route : CHI 5061 Propriétés des gaz et énergie chimique

**Évaluation du cours** : Examen théorique: 60 % (20 points connaissances explicites / 40 points  
compétences) et examen pratique: 40 %

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chapitre** | **Concepts - Théorie** | **Exercices/SA** | **Laboratoire** | **Échéancier** |
| **Partie I : Les gaz** | | | | |
| 1 | **Les propriétés physiques des gaz**  1.1 Phases de la matière  1.2 Théorie cinétique des gaz  1.3 La pression | **Synthèse du chapitre 1** | **Labo no. 1**  *Plongée sous-marine* |  |
|  |  |
|  |  |
| 2 | **Le comportement des gaz**  2.1 Les lois simples des gaz  2.2 La loi générale des gaz  2.3 La loi des gaz parfaits  2.4 La loi des pressions partielles | **Synthèse du chapitre 2**  **Révision** :  Activités notées 1 et 2 | **Labo no. 2**  *Un ballon explosif*  **Labo no. 3**  *Transport de gaz sous pression* |  |
|  |
| 3 | **Les propriétés chimiques des gaz**  3.1 La réactivité chimique des gaz  3.2 Les calculs stœchiométriques | **Synthèse du chapitre 3**  **Exercices synthèse de la partie 1** | **Labo no. 4**  *Du vinaigre comme herbicide* |  |
| **Partie II : L’aspect énergétique des transformations** | | | | |
| 4 | **Les réactions endothermiques et exothermiques**  4.1 l’énergie et ses formes  4.2 L’énergie associée aux transformations de la matière  4.3 Le bilan énergétique et le diagramme énergétique | **Synthèse du chapitre 4** |  |  |
| 5 | **La chaleur molaire d’une réaction**  5.1 La calorimétrie  5.2 La loi de Hess | **Synthèse du chapitre 5**  **Exercices synthèse de la partie 2**  Activité notée 4 | **Labo no. 5**  *La température finale d’un mélange* |  |
|  | **Préparation de l’évaluation** | Prétest A  Prétest B |  |  |

**Activités expérimentales**

**Les activités expérimentales doivent être réalisées tout au long de votre apprentissage afin de développer votre compétence à chercher des réponses ou des solutions à des problèmes relevant de la chimie et à mieux comprendre les concepts appris dans le cadre du cours.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Concepts** | **Titre de l’expérience** | **Date** | **Signature** |
| **Laboratoire 1 :**  Fluide compressible et incompressible | *Plongée sous-marine* |  |  |
| **Laboratoire 2 :**  Relation volume-température | Un ballon explosif |  |  |
| **Laboratoire 3 :**  Relation pression-volume | *Transport de gaz sous pression* |  |  |
| **Laboratoire 4 :**  Loi des gaz parfaits | *Concentration du vinaigre* |  |  |
| **Laboratoire 5 :**  Les transferts de chaleur | *La température finale d’un mélange* |  |  |

**Horaire du laboratoire**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Heure** | **Lundi** | **Mardi** | **Mercredi** | **Jeudi** | **Vendredi** |
| AM |  |  | OUVERT |  |  |
| PM | OUVERT | OUVERT | OUVERT |  |  |
| SOIR | OUVERT | OUVERT |  |  |  |



**Consignes à respecter au laboratoire :**

* **Porter un sarrau et lunettes de sécurité**
* **Cheveux attachés**
* **Souliers fermés**
* **Utilisation du téléphone cellulaire interdite ; pensez à apporter votre calculatrice.**

**De plus, il est essentiel de bien préparer le laboratoire, AVANT de faire les manipulations. Cette préparation nécessite de :**

1. **comprendre la mise en situation et les tâches du laboratoire;**
2. **compléter le travail préparatoire;**
3. **lire (ou rédiger) les manipulations qui seront à effectuer;**
4. **préparer le(s) tableau(x) des résultats permettant de noter les mesures qui seront prises lors des manipulations.**

# Image associéeLaboratoire 1 : Plongée sous-marine

**Mise en situation :**

Votre voisin est en train de s’initier à la plongée sous-marine. Dans ses cours, on lui a parlé de la compressibilité des gaz. Selon ses instructeurs, lors de la descente les gaz se compriment et ils se dilatent lors de la remontée.

Cette caractéristique, selon eux, influence plusieurs facteurs dont l’autonomie du plongeur en terme de quantité de gaz disponible dans leur bouteille de gaz.

Votre voisin ne comprend pas le lien puisque la bonbonne d’air est hermétique et rigide. Selon lui, la quantité de gaz inspiré ne varie pas en fonction de la profondeur du plongeur.

Il fait donc appel à vos connaissances en chimie afin de mieux comprendre le comportement des gaz.

Pour lui répondre le plus clairement possible, vous aller réaliser une petite expérience mettant en jeu les trois phases de la matière : solide, liquide et gazeuse et leur capacité de se comprimer ou de prendre de l’expansion.

De plus, vous démontrer à votre voisin, la forme que peut prendre chacune des phases de la matière.

**TÂCHES**

* Comparer les propriétés observables des phases solide, liquide et gazeuse de la matière :
  + Partie A Évaluer si les phases sont compressibles et expansibles.
  + Partie B Évaluer si les phases ont une forme définie ou non
* Expliquer à votre voisin le comportement des gaz par rapport aux autres phases de la matière.

**Travail préparatoire**

1. Définissez les termes suivants :
2. Compressibilité :

|  |
| --- |
| La compressibilité est la propriété physique qui décrit la capacité d’un gaz de diminuer de volume sous l’effet d’une force extérieure. |
|  |

1. Expansibilité :

|  |
| --- |
| L’expansibilité est la propriété physique qui décrit la capacité d’un gaz d’augmenter de volume afin d’occuper tout l’espace disponible. |
|  |
|  |

1. Forme définie :

|  |
| --- |
| État de la matière ayant un volume et une forme qui ne change pas. Les particules ne peuvent alors que vibrer. |
|  |

1. Pour ce laboratoire, vous utiliserez une seringue de 60 mL. En sciences, il est important de mentionner l’incertitude sur nos mesures parce qu’elles peuvent expliquer les écarts de nos résultats avec la théorie.
2. Quelle est la plus petite division sur l’échelle de graduation de la seringue?

|  |
| --- |
| 1 mL |

1. Quelle est l’incertitude absolue de cet instrument? Référez-vous aux annexes de votre manuel au besoin.

|  |
| --- |
| 0,5 mL |

1. Combien de décimales devront avoir vos résultats?

*Note : les mesures doivent avoir autant de décimales que la valeur de l’incertitude absolue.*

|  |
| --- |
| 1 |

**PARTIE A : CONCEPT DE COMPRESSIBILITÉ/EXPANSIBILITÉ**

**Description du but de l’expérience**

1. À partir de la mise en situation et des manipulations ci-dessous, décrivez le but de l’expérience dans vos mots.

|  |
| --- |
| Déterminer expérimentalement si les phases de la matière sont |
| compressibles et expansibles. |

**Formulation de l’hypothèse**

1. Encerclez la ou les phase(s) de la matière des hypothèses suivantes :
2. Le (**gaz**, liquide, solide) sera ou seront compressibles.
3. Le (gaz, liquide, solide) sera ou seront compressibles.Le (**gaz**, liquide, solide) sera ou seront expansibles.

**Préparation du tableau des résultats**

*Complétez le tableau des résultats à la page 9 en y ajoutant, pour l’instant, les incertitudes absolues sur les mesures des volumes. Vous le remplirez de vos données lorsque vous réaliserez votre expérience.*

**PARTIE B : FORME DÉFINIE OU NON**

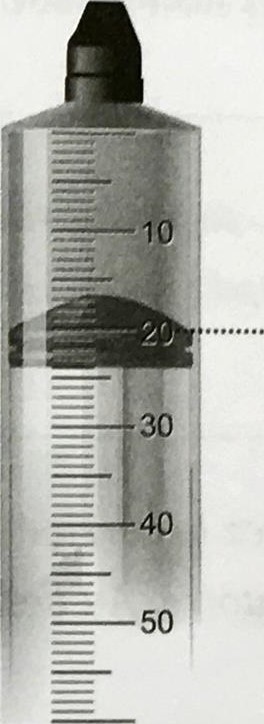
*Pour cette partie, élaborez un tableau, dans la section* Tableaux des résultats, *qui comprendra le nom des substances étudiées et leurs différentes formes : initiale, et celle dans chacun des deux contenants. Référez-vous aux annexes pour savoir ce qui est important lors de la préparation d’un tableau.*

**PRÉPARATION DU PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

*Avant de commencer vos premières manipulations et de noter des mesures, lisez attentivement les annexes : ‘’Comment lire un volume’’ et ‘’Incertitudes sur les mesures’’.*

**Liste du matériel**

|  |  |
| --- | --- |
| * Seringues de 60 mL munies d’un bouchon (2, une vide et une autre au congélateur) | * Contenants à large ouverture transparent en plastique pouvant recueillir au moins 100 mL d’eau (2) |
| * Cylindre gradué de 50 mL | * Papier absorbant |
| * Eau du robinet | * Ballon de fête |
| * Glaçons | * Pompe pour gonfler des ballons |



|  |
| --- |
| Lorsque la seringue est  placée à la verticale, son  embout vers le haut, on lit  le volume contenu dans la  seringue juste au haut de la  bague noire qui se trouve le  plus près de l'embout. |

**Manipulations**

**PARTIE A : COMPRESSIBILITÉ ET EXPANSIBILITÉ**

1. Porter un sarrau.
2. Une seringue a été remplie avec 20 mL d’eau puis a été congelée. Sortir la seringue du congélateur. Au tableau 1, noter le volume initial de la glace.
3. Appuyer le bouchon de la seringue contre une main et, avec l’autre main, exercer une pression sur le piston de la seringue. Dans le tableau 1, noter le volume de glace obtenu par compression. Relâcher le piston et placer ensuite la seringue à l'horizontale sur un plan de travail jusqu'à ce que le piston s'arrête de lui-même. S’assurer que le volume au repos soit le même que le volume initial.
4. Maintenir la seringue en place, puis tirer sur le piston de la seringue. Dans le tableau 1, noter le volume maximal que la glace prend sous l’effet d’une expansion. Relâcher le piston et placer ensuite la seringue à l'horizontale sur un plan de travail jusqu'à ce que le piston s'arrête de lui-même. S’assurer que le volume au repos soit le même que le volume initial.

*Attention de ne pas retirer le piston de la seringue, si la marque de 60 mL est dépassée, inscrire « plus de 60 mL » dans le tableau 1.*

1. Remettre au congélateur la seringue contenant l’eau glacée.
2. Avec de l’eau du robinet, remplir environ à moitié un des deux contenants à large ouverture. Placer l'embout de la seringue vide dans l'eau et tirer le piston pour avoir au moins 25 mL d’eau dans la seringue. Au-dessus de l’évier, positionner la seringue à la verticale, avec l’embout vers le haut. Pousser doucement le piston jusqu'à la marque de 20 mL pour enlever les bulles d’air et l’excès d’eau. Fixer solidement le bouchon à l'embout de la seringue. Dans le tableau 1, noter le volume initial d'eau contenu dans la seringue.
3. Réaliser les étapes 2 et 3 et noter au tableau 1 les résultats de la compression et de l’expansion de l’eau.
4. Vider le contenant avec de l’eau dans l’évier et le sécher. Retirer le bouchon et vider la seringue. Retirer complètement le piston et assécher la seringue entièrement à l'intérieur et à l'extérieur à l'aide de papier absorbant. Replacer le piston dans la seringue sèche.
5. Tirer le piston de la seringue jusqu'à la marque de 20 mL. Fixer solidement le bouchon à l'embout de la seringue. Noter le volume initial d'air contenu dans la seringue dans le tableau 1.
6. Réaliser les étapes 2 et 3 et noter au tableau 1 les résultats de la compression et de l’expansion de l’air.
7. Retirer le bouchon et vider la seringue.

**PARTIE B : FORME OCCUPÉE DANS L’ESPACE**

1. Prendre un glaçon et noter sa forme dans le tableau 2 (cela correspond à la forme initiale).
2. Placer le glaçon dans un contenant à large ouverture. Observer si le glaçon prend la forme du récipient ou non. Au tableau 2, noter la forme du glaçon dans le contenant.
3. Répéter l’étape 12 en utilisant le deuxième contenant à large ouverture.
4. Disposer du glaçon en le mettant dans l’évier.
5. À l'aide du cylindre gradué, mesurer un volume de 50 mL d'eau. Au tableau 2, noter la forme de l’eau contenue dans le cylindre gradué (cela correspond à la forme initiale).
6. Verser l'eau du cylindre gradué dans le premier contenant. Au tableau 2, noter la forme de l'eau se trouvant dans le contenant.
7. Verser l'eau du premier contenant directement dans le deuxième contenant. Au tableau 2, noter la forme de l'eau se trouvant dans le contenant.
8. Disposer de l'eau et assécher complètement l'intérieur des deux contenants à l'aide de papier absorbant.
9. À l’aide de la pompe, gonfler très légèrement le ballon de fête (environ de la grosseur d’une grosse orange). Vérifier qu’il sera possible de le faire rentrer dans le contenant ovale, avant de le nouer. Au tableau 2, noter la forme de l'air se trouvant dans le ballon (cela correspond à la forme initiale).
10. Placer le ballon dans le premier contenant et le presser de manière à ce qu'il en remplisse le fond. Au tableau 2, noter la forme de l'eau se trouvant dans le contenant.
11. Répéter l’étape 20 en utilisant le deuxième contenant à large ouverture.
12. Nettoyer et ranger votre matériel.

**EXPÉRIMENTATION PRÉVUE DANS LE PROTOCOLE**

Réaliser l’expérience prévue dans le protocole et inscrire les données dans les tableaux des résultats suivants.



**TABLEAUX DES RÉSULTATS**

**Tableau 1 – Volumes des substances en compression et expansion**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Substance | Compression | | Expansion | |
| Vinitial  (± 0,5 mL) | Vcompression  (± 0,5 mL) | Vinitial  (± 0,5 mL) | Vexpansion  (± 0,5 mL) |
| Glace | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Eau | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Air | 20,0 | 10,0 | 20,0 | + de 60,0 |

**Tableau 2 - Forme prise par chaque substance**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Substance | Forme de la substance | | |
| Initiale | dans contenant ovale | Dans contenant à ouverture carrée |
| Glace | Cube/prisme | Cube/prisme | Cube/prisme |
| Eau | Épouse la forme du contenant | Épouse la forme du contenant | Épouse la forme du contenant |
| Air | Épouse la forme du contenant | Épouse la forme du contenant | Épouse la forme du contenant |

**ANALYSE DES RÉSULTATS**

**PARTIE A**

*Complétez le tableau 3 et présentez un exemple de calcul déterminant la variation de volume des substances pour les essais de compression et d’expansion.*

**Tableau 3 – Variation du volume de la phase pour chaque essai de compression et d’expansion**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Substance | Compression | | | Expansion | | |
| Vinitial  (± 0,5 mL) | Vcompression  (± 0,5 mL) | ΔV  (± 1 mL) | Vinitial  (± 0,5 mL) | Vexpansion  (± 0,5 mL) | ΔV  (± 1 mL) |
| Glace | 20,0 | 20,0 | 0 | 20,0 | 20,0 | 0 |
| Eau | 20,0 | 20,0 | 0 | 20,0 | 20,0 | 0 |
| Air | 20,0 | 10,0 | -10 | 20,0 | + de 60,0 | + de 40 |

Pour la glace en compression,

ΔV = Vcompression - Vinitial = (20,0 ± 0,5 mL) - (20,0 ± 0,5 mL) = 0 ± 1 mL

1. Laquelle ou lesquelles des substances sont compressibles?

|  |
| --- |
| Le gaz |
|  |

1. Laquelle ou lesquelles des substances sont expansibles?

|  |
| --- |
| Le gaz |
|  |

**PARTIE B**

À partir de vos observations, inscrivez un crochet dans les cases appropriées du tableau suivant :

**Tableau de la variation de la forme de la glace, de l’eau et de l’air**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SUBSTANCE | CONTENANT 1 | | CONTENANT 2 | |
| ÉPOUSE LA FORME DU CONTENANT | FORME INCHANGÉE | ÉPOUSE LA FORME DU CONTENANT | FORME INCHANGÉE |
| Glace |  | **X** |  | **X** |
| Eau | **X** |  | **X** |  |
| Air | **X** |  | **X** |  |

**DISCUSSION**

*Rédigez une discussion sur l’expérience que vous venez de réaliser. Pour en savoir plus sur les éléments que devrait contenir la discussion, référez-vous tout d’abord aux annexes.*

*Votre discussion devra aborder minimalement les thèmes suivants :*

* *En théorie, quelles substances sont compressibles et expansibles?*

*Seuls les substances gazeuses sont compressibles.*

* *Lors de ce laboratoire, quelles observations avez-vous faites par rapport à ces 2 concepts?*

*On a pu observer que seul le gaz pouvait être compressé et prendre de l’expansion. Les solides et liquides gardaient le même volume.*

* *En théorie, quelles substances ont une forme définie et lesquelles n’ont pas de forme définie?*

*Seuls les solides ont une forme définie. Les gaz et liquides prennent la forme de leur contenant.*

* *Lors de ce laboratoire, qu’avez-vous observé par rapport à ce concept?*

*La théorie a été confirmée. Seul le solide avait une forme définie, peu importe le contenant dans lequel il était placé. Le liquide et le gaz ont quant à eux pris la forme du contenant dans lequel ils étaient placés.*

* *Quelles sont les sources d’erreur lors de ce laboratoire?*

*Il y avait peu de sources d’erreur, mis à part celle liée à l’incertitude des instruments. Il peut aussi y avoir l’erreur de l’expérimentateur dans la lecture des mesures et la manipulation du ballon pour l’insérer dans les contenants; une trop grande friction du piston dans la seringue peut empêcher le piston de reprendre sa position initiale…*

**CONCLUSION**

*Rédigez une courte conclusion en faisant un retour sur vos hypothèses. Proposez des améliorations pour une prochaine fois. Faites un lien avec la mise en situation en répondant aux interrogations de votre voisin.*

Ce laboratoire nous a permis de confirmer la théorie stipulant que, parmi les phases de la matière, seule la phase gazeuse est compressible et expansible. Également, on a confirmé que seules les substances solides ont une forme définie alors que les substances gazeuses et liquides prennent la forme du contenant. On peut donc expliquer à notre voisin qu’il est possible qu’une moins grande quantité de gaz puisse occuper le même espace qu’une plus grande, cette dernière étant simplement plus comprimée.

**Fiche d’autoévaluation de l’élève**

Laboratoire 1

**Plongée sous-marine**



**Suite à ce laboratoire, est-ce que je suis capable de…**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | À mobiliser | En chemin | Acquis |
| * Comprendre les propriétés observables des phases de la matières. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Formuler le but de l’expérience. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Proposer des hypothèses en lien avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Procéder aux manipulations. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Recueillir des données et noter les observations pouvant être utiles. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Analyser les résultats à partir des données recueillies et les observations notées. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger une discussion. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Conclure en établissant des liens avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |



**Je consolide…**

Je définis compressibilité versus expansibilité :

|  |
| --- |
|  |

Je définis forme définie versus non définie :

|  |
| --- |
|  |

La règle d’incertitude d’un instrument de mesure est :

|  |
| --- |
|  |

# Image associéeLaboratoire 2 : Un ballon explosif

:

Mise en situation :

À l’occasion d’une fête hivernale, vous participez à différentes activités extérieures. Des conditions météorologiques favorables sont au rendez-vous: une journée ensoleillée et une température moyenne de −12 °C. À la fin de la journée, pour souligner l’événement, on vous remet un ballon gonflé à l’hélium. Alors que vous avez retrouvé la chaleur réconfortante de votre maison, où règne une température de 24 °C, votre ballon éclate. Vous vous en étonnez, puisque le ballon n’était pas gonflé à sa pleine capacité lorsque vous étiez dehors. Pourquoi le ballon a-t-il éclaté?

**tâches**

Déterminer expérimentalement pourquoi le volume du ballon éclate lorsque la température augmente.

**Travail préparatoire**

*Avant de répondre aux questions suivantes, prenez connaissance du protocole.*

1. Quelles sont les variables indépendantes et dépendantes?

|  |
| --- |
| Indépendante : température |
| Dépendante : volume |

1. Quel(s) paramètre(s) sera(seront) mesuré(s) indirectement?

|  |
| --- |
| Le volume |
|  |

1. Quels sont les paramètres constants?

|  |
| --- |
| La pression et la quantité de matière. |
|  |

1. Formulez le but de l’expérience dans vos mots.

|  |
| --- |
| Déterminer si le volume de l’air augmente lorsque la température augmente. |
|  |

1. Quelle hypothèse pouvez-vous poser pour cette expérience? Justifiez à partir de l’une des lois des gaz que vous avez apprises.

Le volume de l’air sera proportionnel à la température si la pression et le nombre de molécules est constant. Cette hypothèse découle de la loi de Charles qui stipule que le volume d’un gaz parfait est proportionnel à la température (si P et n sont constants).

**PRÉPARATION DU PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

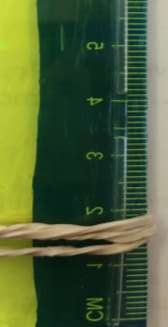
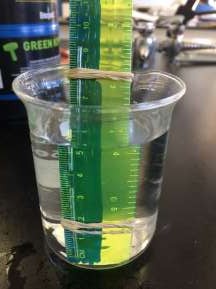


*À l’aide de l’aperçu du montage et des manipulations décrites à la section suivante, complétez la liste du matériel requis pour réaliser cette expérience.*

**Liste du matériel**

* 1 tube capillaire scellé à une extrémité
* 1 brûleur
* Huile minérale
* 1 thermomètre gradué en degrés Celsius
* 1 bécher de 250 ml
* 1 règle de 15 cm
* 1 verre de montre
* 1 élastique
* 1 pince à cil
* Glaçons
* Plaque chauffante
* Eau du robinet



Aperçu du montage à réaliser :

**Manipulations**

**1re partie : préparation du tube capillaire**

* Le tube capillaire doit renfermer une petite bulle d’huile qui se déplacera en fonction de la variation de température. En se dilatant ou se contractant, l’air fera bouger la bulle d’huile, s’assurant ainsi de garder la pression interne du tube constante. Ce qui nous intéresse ici, c’est de connaitre la hauteur de la colonne d’air (air emprisonné sous la bulle d’huile) pour ensuite être en mesure de calculer le volume d’air emprisonné.

1. Placer quelques gouttes d’huile sur le verre de montre précédemment déposé sur la table de travail.
2. Allumer le brûleur.
3. Avec la pince, prendre le tube capillaire délicatement et le chauffer au-dessus de la flamme du brûleur. Faire des mouvements de va-et-vient près de la flamme bleue en pointant l’ouverture du tube vers le haut, à 45 degrés (l’air chaud sortira facilement du tube).
4. Une fois que le tube est chauffé de façon uniforme, plonger pendant 1 ou 2 secondes le bout ouvert dans l’huile de l’étape 1. L’objectif est de faire pénétrer l’huile dans le tube grâce à la succion provoquée par le refroidissement de l’air. La bulle d’huile ne devrait pas avoir plus de 1 cm.

**2e partie : Variation du volume de la bulle d’huile en fonction de la température**

* Attention : lors de ces manipulations, il est fort possible que la bulle d’huile subisse un choc thermique et se sépare en petites bulles. Si cela arrive, vous devrez tout recommencer. Prenez donc votre temps. Soyez patients lorsque c’est écrit d’y aller délicatement ou doucement.

EAU GLACÉE

1. Placer quelques glaçons dans le bécher de 250 mL et le remplir d’eau du robinet jusqu’à la marque de 200 mL.
2. Avec le thermomètre, brasser délicatement pendant 30 secondes et noter la température.
3. Attacher le tube capillaire à la règle avec l’élastique, ouverture vers le haut, de façon à ce que le bas coïncide avec le zéro (voir schéma).
4. Noter la position du bas de la bulle d’huile avec la règle dans le tableau des résultats.
5. Plonger doucement la règle dans le bécher d’eau glacée de l’étape 1. Attendre quelques secondes.
6. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle et noter cette position dans le tableau des résultats.
7. Sortir doucement la règle et l’appuyer afin qu’elle demeure verticale.
8. Vider le bécher et le rincer à l’eau du robinet. L’objectif est de le réchauffer. Après quelques rinçages, le remplir jusqu’à 200 mL.

EAU FRAICHE

1. Avec le thermomètre, noter la température dans le tableau des résultats.
2. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle à l’air libre et la noter dans le tableau des résultats.
3. Plonger doucement la règle dans le bécher d’eau fraiche de l’étape 8. Attendre quelques secondes.
4. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle et la noter dans le tableau des résultats.
5. Sortir doucement la règle, le tube et l’élastique et les appuyer afin qu’ils demeurent à la verticale.
6. Vider le bécher et le rincer à l’eau du robinet.

EAU CHAUDE

1. Verser 200 ml d’eau du robinet dans un bécher et faire la chauffer sur une plaque chauffante.
2. À l’aide du thermomètre, prendre la température et la noter dans le tableau des résultats.
3. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle à l’air libre et la noter dans le tableau des résultats.
4. Plonger doucement la règle dans le bécher d’eau chaude de l’étape 16. Attendre quelques secondes.
5. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle dans le bécher d’eau chaude et la noter dans le tableau des résultats.
6. Sortir doucement la règle et l’appuyer afin qu’elle demeure verticale.
7. Vider le bécher.

EAU TRÈS CHAUDE \*\*\*attention, c’est dangereux!

1. Cette fois, amener l’eau du robinet à ébullition avec la bouilloire afin d’avoir de l’eau bouillante.
2. Verser 200 mL d’eau bouillante dans le bécher. À l’aide du thermomètre, prendre la température et la noter dans le tableau des résultats.
3. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle à l’air libre et la noter dans le tableau des résultats.
4. Plonger très doucement la règle dans le bécher d’eau bouillante de l’étape 23. Attendre quelques secondes.
5. Vérifier la position du bas de la bulle d’huile avec la règle dans le bécher d’eau bouillante et la noter dans le tableau des résultats.
6. Sortir doucement la règle et l’appuyer afin qu’elle demeure verticale.
7. Vider le bécher dans l’évier.
8. Nettoyer, assécher et ranger le matériel.

**TABLEAU DES RÉSULTATS**

*À partir de votre expérimentation, complétez le tableau suivant et indiquez les unités et les incertitudes pour chacun des paramètres.*

**Tableau 1 - Hauteur de la bulle d’huile minérale dans un capillaire en fonction de la température**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Conditions de température | Température  (0,5 °C) | Hauteur de la bulle d’huile (h)  ( mm) |
| Air ambiant | 24,0 | 7,7 |
| Eau glacée | 2,5 | 7,1 |
| Eau fraîche | 14,0 | 7,4 |
| Eau chaude | 39,7 | 8,1 |
| Eau très chaude | 56,3 | 8,5 |

***NOTE*** : Le diamètre intérieur du capillaire est : d = 1,65 mm.



**ANALYSE DES RÉSULTATS**

*À partir des résultats présentés au tableau 1, procédez à l’analyse des résultats en complétant le tableau 2 suivant. Ajouter les unités pour chacune des valeurs et l’incertitude uniquement pour la température.*

*En dessous, écrivez un exemple de calculs pour chacune des colonnes (n’oubliez pas d’indiquer les unités de mesure avec les incertitudes). Vous devrez ensuite tracer le graphique du volume d’air (Vair) en fonction de sa température (en K).*

***NOTE****: Vous devez rédiger un titre et bien identifier les axes (variables et unités) de votre graphique.*

**Tableau 2 Volume d’air en fonction de sa température**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Milieu | Température (0,5 K) | Vair  (L) | Vair/ T  (L/K) |
| Eau glacée | 275,5 | 3,7 x 10-5 | 1,34 x 10-7 |
| Eau fraîche | 287,0 | 3,8 x 10-5 | 1,32 x 10-7 |
| Air ambiant | 297,0 | 4,0 x 10-5 | 1,34 x 10-7 |
| Eau chaude | 312,7 | 4,2 x 10-5 | 1,34 x 10-7 |
| Eau très chaude | 329,3 | 4,4 x 10--5 | 1,33 x 10-4 |

**Calculs** :

Température en Kelvin = TK = T (°C) + 273 47t

= 2,5 + 273 = 275,5 K (eau glacée)

= 14,0 + 273 = 287,0 K (eau fraîche)

= 39,7 + 273 = 312,7 K (eau chaude)

= 56,3 + 273 = 329,3 K (eau très chaude)

Volume de l’air dans le capillaire (V*air*) :

Vair = πdh = π (1,65) x 7,1 mm = 36,8 … 37 mm3 = 0,037 mL = 3,7 x 10-5 L (eau glacée)

= π (1,65) x 7,4 mm = 38,4 … 38 mm3 = 0,038 mL = 3,8 x 10-5 L (eau fraîche)

= π (1,65) x 7,7 mm = 39,9 … 40 mm3 = 0,040 mL = 4,0 x 10-5 L (température ambiante)

= π (1,65) x 8,1 mm = 42,0 … 42 mm3 = 0,042 mL = 4,2 x 10-5 L (eau chaude)

= π (1,65) x 8,5 mm = 44,1 … 44 mm3 = 0,044 mL = 4,4 x 10--5 L (eau très chaude)

Vair / TK:

= 3,7 x 10-5 L / 275,5 K = 1,3 x 10-7 L/K (eau glacée)

= 3,8 x 10-5 L / 287,0 K = 1,3 x 10-7 L/K (eau fraîche)

= 4,0 x 10-5 L / 297,0 K = 1,3 x 10-7 L/K (température ambiante)

= 4,2 x 10-5 L / 312,7 K = 1,3 x 10-7 L/K (eau chaude)

= 4,4 x 10--5 L / 329,3 K = 1,3 x 10-7 L/K (eau très chaude)

1. Quelle allure a la courbe que vous venez de tracer?

|  |
| --- |
| C’est une droite |

1. Calculez la pente et l’ordonnée à l’origine de cette droite.

Exemple de calculs :

La droite passe par les points : (280 K; 3,75 x 10-5 L) et (310 K; 4,15 x 10-5 L)

1. Écrivez maintenant l’équation de la droite en définissant chacune des variables.

|  |
| --- |
| Selon le graphique, V = 1,3 x 10-7 T + 2,0 x 10-7 |
| où V : volume de gaz en litres |
| T : température du gaz en Kelvins |

1. Dans le tableau 2, vous avez calculé la constante k = V/T pour chacune de vos mesures. Est-ce que cette relation vérifie bien la loi que vous avez proposée à la question 4 de la section *Travail préparatoire.*

|  |
| --- |
| Oui, elle vérifie la loi de Charles puisque le rapport est le même d’une température du milieu observée à un autre. |

**DISCUSSION**

*Rédigez une discussion sur l’expérience que vous venez de réaliser. Pour un rappel des éléments que devrait contenir la discussion, référez-vous aux annexes.*

Le but de ce laboratoire était d’expliquer pourquoi le ballon a éclaté. Mon hypothèse étant que le volume de l’air serait proportionnel à la température, le ballon éclaterait parce que le volume augmenterait en se réchauffant. Cette hypothèse découle de la loi de Charles qui stipule que le volume d’un gaz est proportionnel à la température (si P et n sont constants).

La relation entre le volume et la température étant une droite, sur le graphique que j’ai tracé, démontre effectivement que la relation est directement proportionnelle entre le volume et la température. La pente correspond au rapport V/T, soit la constante de proportionnalité.

L’équation de la droite que nous avons obtenue à partir des résultats de nos manipulations est V = 1,3 x 10-7 T + 2,0 x 10-7 où V est le volume en litres et T la température en Kelvins. Étant donné que l’on obtient une équation du premier degré, on peut conclure qu’il s’agit d’une relation proportionnelle directe, ce qui est également vérifié par le rapport V/T qui est constant pour les températures mesurées, soit   
1,3 x 10-7 L/K.

Bien que la valeur du rapport V/T soit constante laissant croire que l’expérience n’avait pas de sources d’erreur, cela n’est pas tout à fait la réalité, car il y avait des erreurs attribuées aux mesures de la température (0,5 K) et aux mesures de la hauteur (0,5 mm) qui m’ont obligé de tenir compte des chiffres significatifs réduisant à 2 chiffres significatifs mes valeurs du volume d’air et par conséquent du rapport V/T. En arrondissant, cela a fait en sorte de ne plus voir la légère variation du rapport V/T.

Par ailleurs, il y avait aussi d’autres sources d’erreurs telles que :

* Le thermomètre n’était pas en contact avec l’air contenu dans le capillaire.
* Les lectures ont pu être prises trop rapidement avant que la température et la hauteur ne se soient stabilisées.

**CONCLUSION**

*Rédigez une conclusion sur l’expérience que vous venez de réaliser. Pour un rappel des éléments que devrait contenir la conclusion, référez-vous aux annexes.*

L’expérience nous a permis de démontrer la loi de Charles qui stipule que le volume d’un gaz est directement proportionnel à sa température, car nous avons obtenu le relation linéaire suivante :

V = 1,3 x 10-7 T + 2,0 x 10-7

Pour déterminer l’augmentation du volume du ballon lorsque la température augmente de -12 ºC à 24 ºC, on peut donc le calculer à partir de la loi de Charles :

Le rapport T2 / T1 = (273 + 24)/(273 - 12) = 297/261 = 1,14 étant le même que le rapport V2 / V1, on pourrait donc conclure que le ballon aurait augmenté de volume de 14 % de plus, ce qui pourrait expliquer qu’il ait éclaté.

 **Fiche d’autoévaluation**

Laboratoire 2

**Un ballon explosif**



**Suite à ce laboratoire, est-ce que je suis capable de…**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | À mobiliser | En chemin | Acquis |
| * Établir la relation entre le volume d’un gaz et sa température, pour une pression et une quantité de matière constante. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Formuler le but de l’expérience | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Proposer une hypothèse en lien avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger la liste de matériel. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Procéder aux manipulations. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Analyser mathématiquement les données. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Construire un graphique. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger une discussion. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Conclure en établissant des liens avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |



**Je consolide…**

La relation mathématique entre la température et le volume est :

|  |
| --- |
|  |

# Image associéeLaboratoire 3 : Transport de gaz sous pression

**Mise en situation :**

La compressibilité des gaz est une propriété qui est exploitée régulièrement dans l’industrie, notamment pour le stockage et le transport des gaz tels que l’oxygène, l’azote et l’hélium.

Par exemple, la compagnie *Air Liquide*, une compagnie spécialisée dans les gaz industriels, transporte les gaz qu’elle vend à ses clients dans des bonbonnes ou des camions-citernes sous pression.

Pour le transport de l’azote, la compagnie utilise un camion-citerne de 41 000 litres qui transporte le gaz sous une pression de 16 000 kPa.

Vous êtes ingénieur chimique pour *Air Liquide* depuis plusieurs années. Les dirigeants ont confiance en vous. Malheureusement, la compétition oblige la compagnie à vouloir réaliser des économies. Ils vous demandent donc votre avis à savoir si le transport de l’azote à TAPN serait plus économique.

Il va de soi que pour réaliser des économies, chaque camion-citerne doit être utilisé à son plein potentiel.

À l’aide du présent laboratoire, expliquez à vos dirigeants s’il s’agit d’une option économique.

**TÂCHES**

* Représenter la situation
* Compléter le protocole expérimental
* Réaliser l’expérience prévue dans le protocole
* Produire des explications et une conclusion

**Travail préparatoire**

**TÂCHE 1 : REPRÉSENTER LA SITUATION**

*Représentez la situation dans vos mots à l’aide des principes de chimie que vous avez appris sur le comportement des gaz. Dans votre réponse, vous devez proposer la loi des gaz qui est en jeu, les paramètres constants, les variables indépendante et dépendante et les paramètres qui seront mesurés indirectement.*

*Rappel théorique : la pression est calculée selon la formule .*

*Où :*

*F = mg*

*m : masse en kg*

*g = 9,81 m/s2*

*A = πr2, mesuré en m2*

|  |
| --- |
| Dans la mise en situation, nous devons vérifier si le volume que prendrait l’azote gazeux serait |
| plus grand ou plus petit à la pression normale (101,3 kPa) à 25 degrés Celsius (TAPN) qu’à |
| une pression plus élevée (16 000kPa). Pour établir ce volume, nous devons appliquer la loi de |
| Boyle-Mariotte qui établit la relation entre le volume et la pression d’un gaz parfait lorsque la |
| température et le nombre de moles des gaz sont constants, soit P1V1 = P2V2. |
| Selon cette équation, le volume devrait être plus grand si la pression diminue parce |
| que la relation est inversement proportionnelle entre P et V. |
| Dans la mise en situation, la variable dépendante serait le volume, car nous voulons évaluer |
| l’effet de la pression (variable indépendante) sur le volume. lorsque la pression est diminuée. |
|  |
| Dans l’expérience, nous évaluerons le contraire, soit l’effet du volume sur la pression du gaz |
| (air ambiant) dans une seringue. Le volume sera donc la variable indépendante et la pression |
| sera la variable dépendante. Elle pourra être déterminée avec l’équation : P = F/A (voir les |
| formules ci-dessus).Quant au volume, il sera facilement calculé à partir de la formule V = aire x |
| hauteur du piston. |
|  |



1. Quelle hypothèse pouvez-vous poser pour cette expérience?



Selon la loi de Boyle-Mariotte, le volume d’un gaz devrait être inversement proportionnel à sa pression si la température et le nombre de moles du gaz est constant à la condition que le gaz est considéré parfait. Donc, lors de la mise en situation, il devrait être plus rentable de transporter un volume d’azote gazeux à haute pression pour pouvoir le ransporter dans une citerne plus petite.

Dans l’expérience, la pression devrait augmenter lorsque le volume de la seringue diminuera.

1. Quelle est la valeur d’une division (graduation) sur la seringue utilisée? Quel est son diamètre?

|  |
| --- |
| 2 mL et le diamètre est de (2,8 ± 0,1) cm. |

*À partir de votre protocole et des réponses aux questions précédentes, élaborez les tableaux des résultats ci-dessous. Le premier tableau permettra de noter la masse de ce qui sera déposé sur le piston de la seringue. Ce tableau permettra également de construire le deuxième tableau où vous indiquerez le volume mesuré en fonction de la masse totale supportée par le piston de la seringue, et ce, suite à chaque ajout de masse sur le piston. Pensez également à noter la pression atmosphérique lors de l’expérimentation.*

**TÂCHE 2 : COMPLÉTER LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

**MATÉRIEL**

*Pour compléter cette liste, lisez les manipulations et consultez la liste de matériel disponible au laboratoire en annexe à la fin de ce document.*

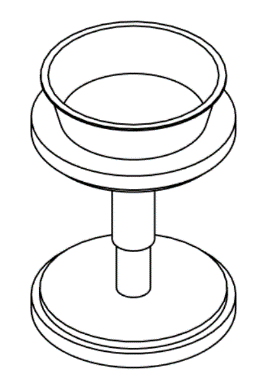


Schéma du montage

Seringue

|  |
| --- |
| * Une balance de cuisine pouvant mesurer plus de 500g |
| * Plateforme et base en bois |
| * Seringue de 60 mL, avec son bouchon |
| * 6 poids de 500 g |

**Manipulations**

1. À l’aide d’une \_**balance de cuisine**\_\_ pouvant mesurer plus de 500 g, déterminer la masse totale de la plateforme. Noter cette masse dans le tableau 1.
2. Mesurer la masse de chacun des 6 poids (A à F) et les noter au tableau 1.
3. Insérer l’extrémité pointue de la seringue dans la base en bois. Tirer le piston de \_\_ **la seringue**\_\_\_ jusqu’à la marque de 30 mL et boucher l’extrémité pointue avec le bouchon fourni. Noter le \_\_ **volume**\_ au tableau 2.
4. Insérer le piston de \_\_ **la seringue** \_\_\_\_\_ dans la plateforme en bois et le glisser jusqu’au centre. Voir à ce que le montage soit droit et bien balancé. Noter le \_\_ **volume** \_\_ au tableau 2.
5. Sur la plateforme, ajouter un \_\_\_ **poids**\_\_. Si nécessaire, ajuster la position du contenu de l’ensemble plateforme afin que le montage reste droit et bien balancé. Attendre que \_\_ **le volume**\_\_ se stabilise et le noter \_\_**au tableau 2**\_\_\_.
6. Répéter \_\_**l’étape 5**\_\_\_ en ajoutant les autres \_\_ **poids** \_\_\_, un à la fois, à sur la plateforme.
7. Ranger le matériel*.*

*Présentez votre protocole à la personne responsable du laboratoire. Cette dernière vérifiera si vous pouvez l’utiliser tel quel pour la suite de l’expérimentation.*

**TÂCHE 3 : RÉALISER L’EXPÉRIMENTATON PRÉVUE DANS LE PROTOCOLE**

*En suivant votre protocole, réalisez l’expérience et inscrivez les données obtenues dans le tableau 1. Ensuite, rédigez les calculs que vous jugerez nécessaires pour compléter le tableau 2.*

**TÂCHE 4 : PRODUIRE DES EXPLICATIONS ET UNE CONCLUSION**

*À partir des tableaux que vous produirez ci-dessous, vous aurez à analyser vos résultats et à rédiger une discussion vous permettant d’expliquer si la réduction de la pression de l’azote gazeux est un moyen efficace pour rendre plus rentable le transport de ce gaz dans un camion-citerne.*

**TABLEAUX DES RÉSULTATS**

**Tableau 1 – Masses des objets déposés sur le piston de la seringue**

|  |  |
| --- | --- |
| **Description de l’objet** | **Masse de l’objet ± 0,1 g** |
| Plateforme de l’appareil | 180,0 |
| Poids A | 500,0 |
| Poids B | 500,0 |
| Poids C | 500,0 |
| Poids D | 500,0 |
| Poids E | 500,0 |
| Poids F | 500,0 |

**Patm = 100,4 kPa lors de l’expérience**

**Tableau 2 – Volume de l’air dans la seringue**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Objets supportés par le piston | Masse supportée par le piston\* (g) | Volume d’air  (± 1 mL) |
|  | 0 | 30 |
| Plateforme | 180,0 ± 0,1 | 29 |
| Plateforme + pesée A | 680,0 ± 0,2 | 28 |
| Plateforme + pesées A, B | 1180,0 ± 0,3 | 26 |
| Plateforme + pesées A, B, C | 1680,0 ± 0,4 | 24 |
| Plateforme + pesées A, B, C, D | 2180,0 ± 0,5 | 22 |
| Plateforme + pesées A, B, C, D, E | 2680,0 ± 0,6 | 21 |
| Plateforme + pesées A, B, C, C, E, F | 3180,0 ± 0,7 | 20 |

**\*Note :** Il faut appliquer la règle sur la **propagation de l’incertitude** lorsqu’on additionne des valeurs expérimentales. Se référer à l’annexe ‘’Incertitudes sur les mesures’’.

**Calculs :**

Masse de la plateforme + pesée A = masse supportée par le piston de la seringue

(180,0 ± 0,1) g + (500 ± 0,1) g = (680,0 ± 0,2) g

**ANALYSE DES RÉSULTATS**

*À partir de vos données ci-dessus, procédez à l’analyse des résultats. Vous devrez tracer deux graphiques : 1) le volume en fonction de la pression et 2) l’inverse du volume en fonction de la pression. Pour y arriver, vous devrez d’abord construire un tableau avec les données et calculs vous menant aux valeurs requises, et ce, pour chaque graphique. Vous devez également fournir des exemples de calculs pour chaque colonne comportant des valeurs calculées.*

- Pression exercée : où A = aire de la seringue

* **Calcul de l’air de la seringue** :

Puisque d = (2,8 ± 0,1) cm, on a r = 1,4 cm = 0,014 m

A = πr2 = π x (0,014 m)2 = 6,2 x 10-4 m2

* **Calcul de la pression exercée par la plateforme sur la seringue** :

- **Calcul de la pression totale de la plateforme sur la seringue** :

Tableau 3 : Le volume de gaz en fonction de la pression I

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Masse supportée par le piston  (kg) | Pression exercée  (kPa) | Pression totale  (kPa) | Volume d’air  (± 1 mL) |
| 0 | 0 | 100,4 | 30 |
| 0,180 ± 0,001 | 2,9 | 103,3 | 29 |
| 0,680 ± 0,002 | 10 | 110 | 27 |
| 1,180 ± 0,003 | 19 | 119 | 25 |
| 1,680 ± 0,004 | 26 | 126 | 23 |
| 2,180 ± 0,005 | 34 | 134 | 21 |
| 2,680 ± 0,006 | 42 | 142 | 20 |
| 3,180 ± 0,007 | 50 | 150 | 19 |

Tableau 4 : Le volume de gaz en fonction de la pression II

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ptotale  (kPa) | Volume  (mL) | Inverse du volume (1/V)  (mL-1) | P x V  (kPa·mL) |
| 100,4 | 30 | 0,033 | 3,0 x 103 |
| 103,3 | 29 | 0,034 | 3,0 x 103 |
| 110 | 27 | 0,037 | 3,0 x 103 |
| 119 | 25 | 0,040 | 3,0 x 103 |
| 126 | 23 | 0,043 | 2,9 x 103 |
| 134 | 21 | 0,048 | 2,8 x 103 |
| 142 | 20 | 0,050 | 2,8 x 103 |
| 150 | 19 | 0,053 | 2,9 x 103 |

- **Calcul de l’inverse du volume (1/V)** :

- **Calcul de la pression x volume**: P x V = 100,4 kPa x 30 mL = 3012 kPa·mL = 3,0 x 103kPa·mL

Graphique 1 :

Graphique 2 :

1. Quelle allure a la courbe que vous venez de tracer?

|  |
| --- |
| Nous obtenons une droite pour la relation entre l’inverse du volume d’air dans la seringue en |
| fonction de la pression |

1. Calculez la pente et l’ordonnée à l’origine de cette droite.

La droite passe par les points : (100,4 kPa , 0,033 mL-1) et (150,0 kPa , 0,053 mL-1)

1. Donnez maintenant l’équation de la droite en définissant chacune des variables.

|  |
| --- |
| 1/V = 0,0004 P + 0,0086 pour P en kPa et V en mL |
| En isolant P on obtient : P = 2500 / V – 21,5 où P est la pression en kPa et V le volume en mL. |
|  |

1. À partir de vos résultats, calculez la constante k = PV pour chacune de vos mesures. Quelle loi ces valeurs vérifient-elles?

|  |
| --- |
| La constante est sensiblement la même pour toutes les mesures. Elles varient |
| entre 2,8 et 3,0 x 103 kPa·mL Cette constante vérifie la loi de Boyle-Mariotte puisque |
| P1V1 = P2V2 quand la température et le nombre de molécules sont constants. |
|  |
|  |
|  |
|  |

**DISCUSSION**

*Rédigez une discussion sur l’expérience que vous venez de réaliser. Pour un rappel des éléments que devrait contenir la discussion, référez-vous aux annexes.*

Le but de ce laboratoire était d’établir une relation mathématique entre la pression et le volume afin de vérifier si le fait de transporter un gaz sous forme compressé est bel et bien plus rentable pour une compagnie comme Air Liquide.

J’avais émis comme hypothèse que la pression permettrait de diminuer le volume de l’azote réduisant ainsi le coût associé à son transport étant donné que la loi de Boyle-Mariotte stipule que la pression d’un gaz est inversement proportionnelle à son volume à des conditions de température et de quantité de matière constantes (P1 V1 = P2 V2).

Les résultats de mon expérience ont permis de vérifier cette loi et de trouver que la pression est inversement proportionnelle au volume. Plus la pression augmente, plus le volume diminue selon la relation P = 2500 / V – 21,5 où P est la pression en kPa et V le volume en mL.

De plus, le tableau 3 démontre que P x V est à peu près constant pour toutes nos mesures puisque les valeurs varient entre 2,8 et 3,0 x 103 kPa·mL

Cette variation de la constante d’un essai à l’autre et dans les données des graphiques peut s’expliquer par les sources d’erreurs possibles suivantes :

* Incertitude due à la balance de cuisine (± 5 g)
* Incertitude sur la seringue (± 1 mL)
* Lecture des mesures par l’expérimentateur (parallaxe)
* Pression exercée par l’expérimentateur sur la seringue
* Objets mal centrés sur la plateforme
* Instabilité du montage
* Friction du piston dans la seringue/ seringue pas assez graissée
* Etc.

Il serait intéressant de refaire la même expérience avec un autre gaz afin de confirmer que la loi de Boyle-Mariotte s’applique pour tous les gaz parfaits.

**CONCLUSION**

*Rédigez une conclusion sur l’expérience que vous venez de réaliser. Pour un rappel des éléments que devrait contenir la conclusion, référez-vous aux annexes.*

Dans ce laboratoire, il nous a été permis de vérifier la loi de Boyle-Mariotte et de confirmer mon hypothèse qu’il est plus rentable de transporter un gaz sous forme compressé, car pour un même volume, on peut transporter une plus grande quantité de gaz.

La relation entre la pression est effectivement inversement proportionnelle au volume, car j’ai obtenu la relation P = 2500 / V – 21,5 où P est la pression en kPa et V le volume en mL.

On pourrait refaire l’expérience en utilisant fixant la seringue sur un support universel afin d’avoir un montage plus stable et avoir des mesures plus fiables. On pourrait aussi réduire l’imprécision sur les mesures en pesant l’ensemble « plateforme avec les pesées, seringue et base » au lieu d’additionner les incertitudes.

**Fiche d’autoévaluation**

Laboratoire 3

**Transport de gaz sous pression**



**Suite à ce laboratoire, est-ce que je suis capable de…**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | À mobiliser | En chemin | Acquis |
| * Établir la relation entre la pression et le volume d’un gaz, pour une température et une quantité de matière constante. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Me représenter le problème à résoudre à partir de principes de chimie que j’ai acquis. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Proposer une hypothèse en lien avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Compléter la liste de matériel. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Compléter les manipulations | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Procéder aux manipulations. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Analyser mathématiquement les données. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Construire des graphiques. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger une discussion. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Conclure en établissant des liens avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |





**Je consolide…**

La relation mathématique entre le volume et la pression est :

|  |
| --- |
|  |

# Image associéeLaboratoire 4 : Du vinaigre comme herbicide

**Mise en situation :**

Les mauvaises herbes constituent un des principaux problèmes rencontrés par les jardiniers en herbe. En effet, quiconque a déjà aménagé des platebandes s’est tôt ou tard buté à ce problème. Il existe des produits commerciaux pour s’en débarrasser, mais dans un contexte écologique, on cherche les solutions qui seront les moins dommageables pour l’environnement.

Le vinaigre est un produit biodégradable qui est également un très bon herbicide. On dit qu’il est un herbicide de contact systémique parce qu’il brûle les feuilles de mauvaises herbes avec lesquelles il entre en contact puis, transporté par la sève, détruit la plante dans son intégralité.

Les jardiniers conseillent d’utiliser une concentration d’acide acétique de 5 % pour commencer, puis d’augmenter la concentration si ce n’est pas assez efficace.

Comme le vinaigre se retrouve dans la plupart des épiceries et des cuisines, il constitue également un produit peu coûteux et très accessible.

Votre tâche sera donc de mesurer la concentration du vinaigre qu’on retrouve dans les épiceries afin de déterminer si le produit devra être dilué.

Note : la masse volumique de l’acide acétique est de 1,05 g/mL.

**Source :** <http://www.jardiniers-professionnels.fr/desherber-avec-le-vinaigre-blanc/>

**TÂCHES :**

* Représenter la situation
* Rédiger le protocole expérimental
* Réaliser l’expérience prévue dans le protocole
* Produire des explications et une conclusion















































**TRAVAIL PRÉPARATOIRE**

*Vous aurez à déterminer la concentration (% volume/volume) en acide acétique du vinaigre commercial qui vous sera fourni au laboratoire. Pour ce faire, vous aurez à recueillir le gaz carbonique (CO2) par déplacement d’eau lors de la réaction entre le bicarbonate de sodium et l’acide acétique du vinaigre.*

*L’équation de cette réaction est la suivante :*

**TÂCHE 1 : REPRÉSENTER LA SITUATION**

*Représentez la situation dans vos mots à l’aide des principes de chimie que vous avez appris sur la stœchiométrie et le comportement des gaz. Dans votre réponse, vous devez formuler le but de l’expérience, proposer la loi des gaz qui est en jeu, les paramètres constants que vous aurez à mesurer, les variables indépendantes et dépendantes et les valeurs pertinentes que vous aurez à calculer pour obtenir la concentration d’acide acétique dans le vinaigre (% v/v).*

J’aurai à déterminer la concentration (% v/v) de l’acide acétique dans le vinaigre à partir de la réaction de neutralisation acidobasique avec le bicarbonate de sodium (variable indépendante). Étant donné que le nombre de moles d’acide acétique qui réagit est le même que celui du dioxyde de carbone produit, à l’aide du volume de dioxyde de carbone gazeux recueilli (variable dépendante), je pourrai déterminer le nombre de mole d’acide acétique (variable indépendante).

Pour ce faire, je dois toutefois calculer, tout d’abord, le nombre de moles de dioxyde de carbone du volume recueilli par le déplacement de l’eau à l’aide de l’équation des gaz parfaits (PV = nRT). Il est possible d’utiliser cette loi, car le gaz CO2 est considéré comme parfait à la température ambiante et à une pression près de 101,3 kPa (ces deux paramètres constants devront être mesurées). En effet, la distance entre les molécules est très grande. Il n’y a pas d’attractions, ni de répulsions possibles.

Ensuite, il faudra déterminer le nombre de moles d’acide acétique à partir de l’équation de la réaction chimique par stœchiométrie. Sachant qu’une mole de dioxyde de carbone est produite à partir d’une mole d’acide acétique, il sera possible, par la suite, de déterminer la masse de cette quantité de moles à partir de la masse molaire de l’acide acétique. Le volume de cette masse pourra être calculé à partir de sa masse volumique fournie dans la mise en situation. En divisant ce volume par le volume du vinaigre utilisé et en multipliant par 100, j’obtiendrai la concentration en % v/v.

1. Quelle hypothèse pouvez-vous poser pour cette expérience?

|  |
| --- |
| La concentration du vinaigre devrait être de 5 % (v/v). |
|  |
|  |















|  |
| --- |
| *Pour réaliser cette expérience, vous utiliserez différents volumes de vinaigre (10 mL, 20 mL et 30 mL) que vous mesurerez dans des cylindres gradués de grosseur appropriée. Vous ferez réagir à chaque fois le vinaigre avec un excès de bicarbonate de sodium (10 g) dans un erlenmeyer que vous agiterez afin de vous assurer que la réaction soit complète. Vous devrez répéter vos manipulations pour un 2e essai.*  *Étant donné que la quantité de gaz recueilli sera de plus en plus grande, vous devrez utiliser trois différents formats de cylindre gradué en plastique (250 mL, 500 mL et 1000 mL) pour recueillir le dioxyde de carbone, par déplacement d’eau.* |
| **TÂCHE 2 : COMPLÉTER LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL** |

**Matériel**

*Dressez la liste du matériel dont vous aurez besoin lors de ce laboratoire en vous référant à la photo du montage, en plus de la liste du matériel disponible, fournie en annexe.*

|  |  |
| --- | --- |
| * 2 nacelles de pesée | * 1 thermomètre |
| * Balance électronique | * Du bicarbonate de soude |
| * 1 fiole conique de 250 mL | * 1 cylindre gradué de 10 mL |
| * 1 support universel à base très lourde (des masses peuvent être ajoutées dessus – 2 kg) | * 1 cylindre gradué de 25 mL |
| * 1 longue pince universelle à grande ouverture | * 1 cylindre gradué de 50 mL |
| * 1 seau | * 1 cylindre gradué en plastique de 250 mL |
| * 1 bouchon relié à un tuyau de caoutchouc | * 1 cylindre gradué en plastique de 500 mL |
| * Eau du robinet | * 1 cylindre gradué en plastique de 1000 mL |
| * Du vinaigre blanc | * 1 cylindre gradué de 100 mL |
| * Une spatule à produits chimiques | * 1 pipette de transfert ou compte-gouttes |
| * Un pince-note de 4 cm | * Papier absorbant |
|  | * 1 carré de parafilm (4 po) |

**Schéma du montage**

****

**MANIPULATIONS**

1. Tout au long de l’expérience, porter un sarrau, des gants et des lunettes de sécurité.
2. Remplir le seau d’eau du robinet aux 3/4 et le laisser dans l’évier.
3. Remplir d’eau du robinet le cylindre gradué en plastique de 250 mL et déposer un carré de parafilm à la surface de l’eau. Mettre sa main au-dessus et le renverser dans la chaudière remplie d’eau. *Il ne doit pas y avoir de bulle d’air au fond du cylindre inversé. Remplir à nouveau si c’est le cas.*
4. Enlever le parafilm et fixer le cylindre dans la pince du support universel.
5. Fixer le pince-note sur le bord de la chaudière.
6. Insérer le bout libre du tuyau de caoutchouc à travers les pattes relevées du pince-note, puis dans le cylindre gradué de plastique.
7. À l’aide du thermomètre, mesurer la température de l’eau et de l’air. Attendre que les 2 températures soient la même et la noter au tableau des résultats. Prendre également en note la pression atmosphérique.
8. Mesurer 10 mL de vinaigre avec le cylindre gradué de 10 mL et le verser dans l’erlenmeyer.
9. Allumer la balance électronique, placer la nacelle dessus. Mettre la balance à zéro et peser 10,00 g de bicarbonate de sodium.
10. Verser le bicarbonate de sodium dans l’erlenmeyer et refermer rapidement avec le bouchon en caoutchouc. Agiter doucement jusqu’à ce que la réaction soit complète. *Note : On pourra voir s’il y a un gaz (bulles) dégagé si l’extrémité du tuyau est dans l’eau du cylindre.*
11. Lorsque l’effervescence est terminée, noter au tableau des résultats le volume de gaz dans le cylindre de 250 mL.
12. Retirer le bouchon, vider le contenu de l’erlenmeyer et rincer abondamment à l’eau courante. *Il n’est pas nécessaire que l’intérieur de l’erlenmeyer soit sec pour le 2e essai, car l’eau n’entre pas en réaction.*
13. Répéter les étapes 2 à 10 avec les cylindres en plastique de 500 mL et de 1000 mL et des volumes de vinaigre de 20,0 mL et de 30,0 mL.
14. Nettoyer et ranger le matériel.

*Présentez votre protocole à la personne responsable du laboratoire. Cette dernière vérifiera si vous pouvez l’utiliser tel quel pour la suite de l’expérimentation.*

**TÂCHE 3 : RÉALISER L’EXPÉRIMENTATON PRÉVUE DANS LE PROTOCOLE**

*En suivant votre protocole, réalisez l’expérience et consignez vos données dans vos tableaux.*

**TÂCHE 4 : PRODUIRE DES EXPLICATIONS ET UNE CONCLUSION**

*À partir des tableaux que vous produirez ci-dessous, vous aurez à analyser vos résultats et à rédiger une discussion vous permettant de déterminer la concentration d’acide acétique.*

|  |
| --- |
|  |

**TABLEAUX DES RÉSULTATS**

*Pour les calculs que vous devrez effectuer plus tard, vous aurez besoin de connaître certaines conditions qui prévalaient au moment de l’expérimentation, soit la température de la pièce, ainsi que la pression atmosphérique. Construisez un premier tableau des résultats où vous pourrez noter ces informations. Construisez un 2e tableau qui vous permettra de recueillir vos données expérimentales.*

*Tableau 1 : Conditions atmosphériques du laboratoire*

|  |  |
| --- | --- |
| *Température (ºC)* | *21,0 ± 0,5* |
| *Pression (kPa)* | *101,7* |

*Tableau 2 : Le volume de gaz carbonique recueilli en fonction du volume de vinaigre ayant réagi*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Volume de vinaigre  (mL) | Volume de gaz recueilli  (mL) | |
| Essai 1 | Essai 2 |
| 10,00 ± 0,05 | 184 ± 1 | 187 ± 1 |
| 20,00 ± 0,1 | 383 ± 3 | 375 ± 3 |
| 30,0 ± 0,5 | 510 ± 5 | 520 ± 5 |

**ANALYSE DES RÉSULTATS**

*Construisez un tableau avec les données (moyenne des 2 essais) et rédigez vos calculs permettant de déterminer la concentration du vinaigre. Vous devez également donner des exemples de calculs pour chaque colonne comportant des valeurs calculées.*

*Tableau 3 : La quantité d’acide acétique en fonction du volume de vinaigre*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Volume de vinaigre*  *(L)* | *Volume moyen de CO2 recueilli*  *(L)* | *Quantité de CO2 recueillie*  *(mol)* | *Quantité d’acide acétique\**  *(mol)* | *Volume d’acide acétique*  *(mL)* | *Concentration d’acide acétique*  *(% v/v)* |
| *0,01000 ± 0,00005* | *0,186 ± 0,001* | *0,00774* | *0,00774* | *0,443* | *4,43* |
| *0,0200 ± 0,0001* | *0,379 ± 0,003* | *0,0158* | *0,0158* | *0,904* | *4,52* |
| *0,0300 ± 0,0005* | *0,515 ± 0,005* | *0,0214* | *0,0214* | *1,22* | *4,07* |
| *Moyenne* | | | | | *4,34* |

***- Conversion des volumes en litres (L) :*** *1L = 1000 mL donc**10,00 mL = 0,01000 L*

***-* *Calcul de la quantité de CO2 récupéré :***

***PV = nRT***

*\*Par stœchiométrie :*

***-* Calcul de la masse de l’acide acétique** :

Masse molaire du CH3COOH = 12,01 + 3 x 1,01 +12,01 + 16,00 + 16,00 + 1,01 = 60,06 g

Masse du CH3COOH = 0,00774 mol x 60,06 g/mol = 0,465 g

* **Calcul du volume d’acide acétique** :

= = 0,443 mL

* **Calcul de la concentration de l’acide acétique en % v/v :**

**DISCUSSION**

*Rédigez une discussion en lien avec cette expérience.*

Le but de cette expérience était de déterminer si la concentration en acide acétique du vinaigre commercial serait suffisante pour servir d’herbicide. Pour vérifier si mon hypothèse était exacte, soit que la concentration serait de 5 %v/v, j’ai fait réagir du vinaigre blanc avec du bicarbonate de sodium, puis j’ai recueilli le CO2 dégagé. Selon les calculs stœchiométriques à partir de l’équation de la réaction du bicarbonate de sodium avec l’acide acétique, le nombre de moles de dioxyde de carbone à l’état gazeux dégagé par cette réaction est le même que celui d’acide acétique ayant réagi.

Pour déterminer cette concentration, il a donc fallu convertir le volume de gaz dégagé en nombre de moles grâce à la loi des gaz parfaits. Ensuite, il a été possible de calculer la masse d’acide acétique ayant réagi. À partir de la masse volumique de l’acide acétique, il a été possible de calculer le volume d’acide acétique ayant réagi. À partir de ce volume, il nous a été possible de calculer la concentration d’acide acétique en % v/v dans le volume de vinaigre.

Nous avons obtenu une moyenne de 4,34 % v/v, ce qui semble être en-deçà de la concentration suffisante de vinaigre blanc pour être un herbicide efficace (> 5 %). Par contre, étant donné les différentes sources d’erreurs, il serait peut-être efficace, car la concentration en acide acétique présumée sur les bouteilles de vinaigre commercial est de 5 %.

Voici les différentes sources d'erreurs possibles : le mauvais positionnement de l'expérimentateur (erreur de parallaxe) lors de la lecture des volumes, la mise à zéro de la balance mal effectuée, l'utilisation de la mauvaise échelle de mesure sélectionnée sur la balance, le temps de réaction trop lent pour placer le bouchon sur la fiole conique, la présence d'air dans le cylindre gradué de plastique utilisé pour recueillir le gaz, la réaction incomplète de l'acide acétique, la lecture du volume de gaz erronée due à l’attribution d’une mauvaise valeur pour les graduations des cylindres gradués de plastique (chaque cylindre étant gradué différemment).

La variabilité des mesures peuvent aussi provenir de la précision des instruments : Les volumes de vinaigre désirés ont été mesurés à l'aide de trois cylindres gradués différents. Le cylindre gradué de 10 mL est gradué aux 0,1 mL et présente donc une incertitude absolue de ± 0,05 mL. Pour leur part, le cylindre 25 mL et celui de 50 mL sont gradués aux 0,2 mL et aux 1 mL respectivement. Leur incertitude absolue respective est donc de ± 0,1 mL et ± 0,5 mL. La masse du bicarbonate de sodium a été mesurée avec la balance qui a une incertitude absolue de ± 0,01 g. Le volume de gaz carbonique recueilli a été mesuré directement dans un cylindre gradué de plastique. Celui de 250 mL, gradué aux 2 mL, comporte une incertitude absolue de ± 1 mL; le cylindre gradué de 500 mL, gradué aux 5 mL, présente une incertitude absolue de ± 3 mL; le cylindre gradué de 1000 mL, gradué aux 10 mL, présente une incertitude absolue de ± 5 mL. Enfin, on a mesuré la température de la pièce à l'aide d'un thermomètre gradué en degrés Celsius. L'incertitude absolue attribuable au thermomètre est de ± 0,5°C.

**CONCLUSION**

*Rédigez une courte conclusion et répondez à la problématique de départ.*

Cette expérience nous a permis de déterminer que la concentration en acide acétique en % v/v du vinaigre blanc est de 4,34 % v/v. Bien que la concentration soit inférieure à 5 %, il vaudrait tout de même la peine de tester le vinaigre comme herbicide étant donné que cette expérience contenait plusieurs sources d’erreurs. Pour cette raison, il serait intéressant de refaire l’expérience avec un montage qui permettrait d’avoir moins de fuite de gaz et de s’assurer que la réaction soit complète à chaque essai.

**Fiche d’autoévaluation**

Laboratoire 4

**Du vinaigre comme herbicide**



**Suite à ce laboratoire, est-ce que je suis capable de…**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | À mobiliser | En chemin | Acquis |
| * Déterminer la concentration % v/v d’acide acétique du vinaigre blanc | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Me représenter le problème à résoudre à partir de principes de chimie que j’ai acquis. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Proposer une hypothèse en lien avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger la liste de matériel. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger les manipulations | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Procéder aux manipulations. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Analyser mathématiquement les données. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Établir les incertitudes absolues et tenir compte des chiffres significatifs dans les calculs. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger une discussion. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Conclure en établissant des liens avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |









**Je consolide…**

La relation mathématique entre le volume et la le nombre de moles est :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Image associéeLaboratoire 5 : La température finale d’un mélange

*(inspiré du labo 2 de la SOFAD CHI5042)*

:

Mise en situation :

Après une longue randonnée hivernale en forêt, votre ami et vous décidez d’aller vous réchauffer autour d’une bonne tasse de café. Au moment de verser le lait dans votre café, votre ami vous avise de ne pas en mettre trop, sans quoi votre café sera rendu trop froid. Vous l’informez que, dans un transfert de chaleur, puisque la quantité de lait est petite, il est peu probable que le café devienne froid. De son côté, votre ami affirme que c’est surtout la température de votre lait qui influencera le résultat final.

Qui a raison?

**tâcheS :**

* Représenter la situation
* Rédiger le protocole expérimental
* Réaliser l’expérience prévue dans le protocole
* Produire des explications et une conclusion

**Travail préparatoire**

*Dans cette expérience, vous aurez à modéliser la situation sans présence de lait ni de café. L’évaluation du changement de la température de l’eau en y ajoutant de l’eau chaude ou froide sera suffisante pour établir qui a raison.*

**TÂCHE 1 : REPRÉSENTER LA SITUATION**

*Représentez la situation dans vos mots à l’aide des principes de chimie que vous avez appris. Dans votre réponse, vous devez formuler le but de l’expérience, proposer l’équation mathématique qui vous sera utile, les paramètres constants que vous aurez à mesurer, les variables indépendantes et dépendantes et les valeurs pertinentes que vous aurez à calculer pour établir les liens entre la variation de la température et l’ajout de lait dans du café.*

*Note : Il pourrait être utile de consulter le protocole ci-dessous avant de rédiger votre représentation.*

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

1. Quelle hypothèse pouvez-vous poser pour cette expérience?

|  |
| --- |
|  |
|  |

1. Comment allez-vous déterminer la masse d’eau de votre laboratoire?

|  |
| --- |
|  |
|  |

1. Selon le matériel proposé, comment ferez-vous pour avoir un système fermé qui limite les pertes de chaleurs?

|  |
| --- |
|  |
|  |

1. Pourquoi devez-vous faire certaines manipulations rapidement (voir protocole)?

|  |
| --- |
|  |
|  |

1. Quelle est l’erreur expérimentale sur le thermomètre et le cylindre gradué?

|  |
| --- |
|  |
|  |

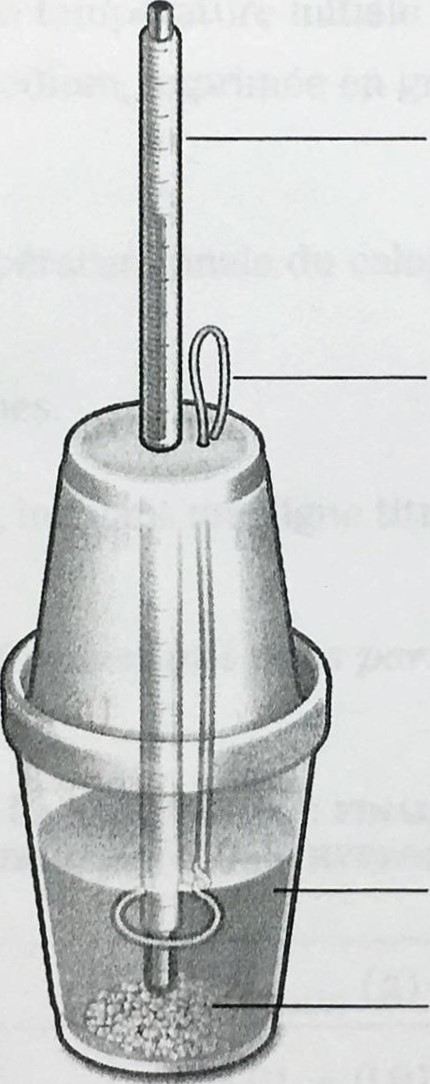
*Préparez les tableaux des résultats nécessaires pour réaliser les trois parties de l’expérience qui permettront de recueillir les valeurs du volume et de la température de l’eau chaude, froide et mélangée.*

**TÂCHE 2 : COMPLÉTER LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL**

**Matériel**

*Complétez la liste de matériel suivante en cochant les éléments manquants et/ou en ajoutant ceux qui ne sont pas mentionnés.*

|  |  |
| --- | --- |
| Bécher de 250 mL | 2 calorimètres (verres en styromousse) |
| Bécher de 600 mL | Eau refroidie au réfrigérateur |
| Erlenmeyers : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Thermomètres (nombre : \_\_2\_\_) |
| Bouchons de caoutchouc | Balance |
| Plaque chauffante | Flacon laveur d’eau distillée |
| Pince à éprouvettes | Support universel |
| Cylindre gradué de 25 mL | Pince à bécher |
| Cylindre gradué de 100 mL | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Cylindre gradué de 250 mL | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |



Thermomètre

Agitateur

Verre en styromousse

Eau

**Schéma du calorimètre**















**Manipulations**

**Première partie : Influence de la température initiale sur la température finale du mélange**

*Dans cette partie, vous mettrez la même quantité d’eau, mais à température différente. La première sera froide et la deuxième sera chaude.*

1. À l’aide du cylindre gradué, mesurer 100 mL d’eau froide et la verser dans un calorimètre. Mettre rapidement le couvercle pour éviter que l’eau n’absorbe trop de chaleur de l’air ambiant.
2. Mettre au moins 500 mL d’eau du robinet dans le bécher et la faire bouillir sur la plaque chauffante.
3. À l’aide de la pince à bécher, mesurer 100 mL de l’eau chauffée à l’aide du cylindre gradué et la verser dans le second calorimètre. Fermer rapidement le couvercle.
4. À l’aide du thermomètre, mesurer la température de l’eau froide et la noter dans le tableau des résultats.
5. À l’aide du thermomètre, mesurer la température de l’eau chaude et la noter dans le tableau des résultats.
6. Rapidement, mélanger les contenus des deux verres dans un seul calorimètre et remettre le couvercle.
7. À l’aide du thermomètre, mesurer la température du mélange d’eau et la noter dans le tableau des résultats.
8. Vider le contenu du calorimètre dans l’évier.
9. Répéter l’expérience deux autres fois.

**Deuxième partie : Influence du volume initial sur la température finale du mélange**

*Dans cette partie, vous mettrez ¼ d’eau froide pour ¾ d’eau chaude. Tentez d’estimer la température finale et rédigez les manipulations ci-dessous. Cette expérience doit être exécutée trois fois.*

1. À l’aide du cylindre gradué, mesurer 50 mL d’eau froide et la verser dans le calorimètre. Mettre rapidement le couvercle pour éviter que l’eau n’absorbe trop de chaleur de l’air ambiant.
2. Refaire bouillir l’eau déjà dans le bécher.
3. Mesurer 150 mL de l’eau chauffée à l’aide du cylindre gradué de 250 mL.
4. À l’aide du thermomètre, mesurer la température de l’eau froide et la noter dans le tableau des résultats.
5. À l’aide du thermomètre, mesurer la température de l’eau chaude et la noter dans le tableau des résultats.
6. Rapidement, mélanger les contenus des deux calorimètres dans un seul calorimètre et remettre le couvercle.
7. À l’aide du thermomètre, mesurer la température du mélange d’eau et la noter dans le tableau des résultats.
8. Vider le contenu du calorimètre dans l’évier.
9. Répétez l’expérience deux autres fois.

**Troisième partie : Le défi de Nostradamus : prédire la température finale**

*Dans cette partie, la personne responsable du laboratoire choisit une quantité d’eau froide et chaude et la verse dans les calorimètres et mesurera la température finale du mélange.*

1. À l’aide du thermomètre, mesurer vous-même la température de l’eau froide et la noter dans le tableau des résultats.
2. À l’aide du thermomètre, mesurer vous-même la température de l’eau chaude et la noter dans le tableau des résultats.
3. Rapidement, mélanger les contenus des deux calorimètres dans un seul calorimètre et remettre le couvercle.

**CETTE PROCHAINE ÉTAPE SERA RÉALISÉE EN SECRET PAR LA PERSONNE RESPONSABLE DU LABORATOIRE 🡪** À l’aide du thermomètre, mesurer la température finale du mélange d’eau et la noter dans le tableau des résultats de l’élève.

1. La personne responsable vous fournit à cette étape les deux masses d’eau impliquées dans le transfert de chaleur et notez-les dans votre tableau des résultats.
2. Vider le contenu du calorimètre dans l’évier.
3. Nettoyer, assécher et ranger le matériel.

*Présentez le protocole que vous avez rédigé à la personne responsable du laboratoire. Cette dernière vérifiera si vous pouvez l’utiliser tel quel pour la suite de l’expérimentation.*

**TÂCHE 3 : RÉALISER L’EXPÉRIMENTATON PRÉVUE DANS LE PROTOCOLE**

*Réalisez les trois parties de l’expérience et inscrivez les données obtenues dans les tableaux. Ensuite, rédigez les calculs que vous jugerez nécessaires pour compléter un tableau présentant les résultats finaux.*

**TÂCHE 4 : PRODUIRE DES EXPLICATIONS ET UNE CONCLUSION**

*À partir des tableaux que vous produirez ci-dessous, vous aurez à analyser vos résultats en répondant aux questions et à rédiger une discussion vous permettant d’expliquer, à partir de votre modèle, l’effet de la température et du volume initial du lait sur la température du café.*

**TABLEAUX DES RÉSULTATS**

*Construisez les tableaux des résultats appropriés (moyenne des 3 essais pour chaque partie, incluant les incertitudes) et rédigez vos calculs permettant de déterminer la température du mélange en fonction de la température et du volume initial de l’eau chaude et froide ajouté au mélange.*

**Partie 1 : Influence de la température initiale sur la température finale du mélange**

**Tableau 1 : Volume et température de l’eau ajoutée et du mélange**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Eau chaude | | Eau froide | | Mélange | |
|  | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) |
| 1er essai | 100,0 | 68,0 | 100,0 | 8,0 | 200,0 | 37,0 |
| 2e essai | 100,5 | 67,5 | 100,0 | 7,5 | 200,5 | 37,5 |
| 3e essai | 100,0 | 68,0 | 99,5 | 8,0 | 199,5 | 37,0 |
| Moyenne | (100 ± 2) mL | (68 ± 2) °C | (100 ± 2) mL | (8 ± 2) °C | (100 ± 2) mL | (37 ± 2) °C |

Calculs :

Moyenne du volume pour l’eau chaude :

(100,0 ± 0,5) mL + (100,5 ± 0,5) mL + (100,0 ± 0,5) mL = (100 ± 2) mL  
 3

Moyenne de la température pour l’eau chaude :

(68,0 ± 0,5) mL + (67,5 ± 0,5) mL + (68,0 ± 0,5) mL = (68 ± 2) mL  
 3

**Partie 2 : Influence du volume initial sur la température finale du mélange**



**Tableau 2 : Volume initial et température de l’eau et du mélange**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Eau chaude | | Eau froide | | Mélange | |
|  | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) |
| 1er essai | 150,0 | 68,0 | 50,0 | 12,0 | 200,0 | 51,0 |
| 2e essai | 150,5 | 69,0 | 50,5 | 12,5 | 200,5 | 51,5 |
| 3e essai | 150,0 | 68,5 | 49,5 | 11,5 | 199,5 | 50,5 |
| Moyenne | (150 ± 2) mL | (69 ± 2) °C | (50 ± 2) mL | (12 ± 2) °C | (200 ± 2) mL | (51 ± 2) °C |

**Troisième partie : Le défi de Nostradamus : prédire la température finale**

**Tableau 3 : Volume initial et température de l’eau et du mélange**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Eau chaude | | Eau froide | | Mélange | |
|  | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) | Volume  (± 0,5 mL) | Température  (± 0,5 °C) |
| 1er essai |  |  |  |  |  |  |
| 2e essai |  |  |  |  |  |  |
| 3e essai |  |  |  |  |  |  |
| Moyenne |  |  |  |  |  |  |

**Calculs :**

**Masse du volume d’eau :**

Masse volumique de l’eau : 1,00 g/mL

1 mL 🡪 1 g

100 mL 🡪 x g

x = 100 g

**ANALYSE DES RÉSULTATS**

**Première partie : Influence de la température initiale sur la température finale du mélange**

1. À l’aide des valeurs des volumes et de températures initiaux, calculez la température finale théorique de votre mélange. Comparez ensuite avec le résultat obtenu.

|  |
| --- |
| Lors de l’ajout d’un volume identique d’eau chaude et d’eau froide, la température finale du |
| mélange devrait être la valeur moyenne de ces deux valeurs. Ce serait donc (68 + 8)/2 = |
| 38 °C. La température du mélange obtenue est de (37 ± 2) °C. L’écart n’étant pas significatif, |
| on peut affirmer que la température correspond à la valeur moyenne des températures initiales. |

1. Quelle quantité de chaleur est-ce que l’eau froide a absorbé? Quelle quantité de chaleur est-ce que l’eau chaude a absorbé? Que pouvez-vous en conclure?

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

1. Quelle influence a eu la température initiale sur la température finale du mélange dans cette partie de l’expérience?

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

**Deuxième partie : Influence du volume initial sur la température finale du mélange**

1. À l’aide des valeurs de volumes et de températures initiaux, calculez la température finale théorique de votre mélange. Comparez ensuite avec le résultat obtenu.

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

1. Quelle influence a le volume initial de l’eau ajoutée sur la température finale du mélange dans cette partie de l’expérience?

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

1. Écrivez l’équation de la droite en définissant chacune des variables.

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

**Troisième partie : Le défi de Nostradamus : prédire la température finale**

1. À l’aide des données fournies par la personne responsable du laboratoire, calculez la température finale du mélange. Concorde-t-elle avec celle obtenue?

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |



**DISCUSSION**

|  |
| --- |
| *A l’aide des questions posées dans la section* Analyse des résultats *et des consignes pour rédiger une discussion en annexe, rédigez une discussion permettant d’expliquer l’effet de la température et du volume initiaux du lait sur la température finale du café.* |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

**CONCLUSION**

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |























**Feuille de suivi d’élève**

Laboratoire 5

**La température finale d’un mélange**

**Suite à ce laboratoire, est-ce que je suis capable de…**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | À mobiliser | En chemin | Acquis |
| * Établir la relation mathématique lors d’une expérience de transfert de chaleur. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Me représenter le problème à résoudre à partir de principes de chimie que j’ai acquis. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Proposer une hypothèse en lien avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger la liste de matériel. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger les manipulations | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Procéder aux manipulations. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Analyser mathématiquement les données. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Établir les incertitudes absolues et tenir compte des chiffres significatifs dans les calculs. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Rédiger une discussion. | ☐ | ☐ | ☐ |
| * Conclure en établissant des liens avec la mise en situation. | ☐ | ☐ | ☐ |



**Je consolide…**

Quelle relation mathématique permet de calculer la variation de température d’un mélange dans un système fermé ?

|  |
| --- |
|  |
|  |



























































































































**ANNEXES CHIMIE**

**LISTE DU MATÉRIEL DISPONIBLE POUR LES LABORATOIRES DE CHIMIE**

|  |  |
| --- | --- |
| **MATÉRIEL DANS LE TIROIR 13** | **QUANTITÉ** |
| Bécher 50 mL | 1 |
| Bécher 100 mL | 2 |
| Bécher 250 mL | 2 |
| Bécher 600 mL | 1 |
| Pipette de transfert en plastique, pour l’**eau distillée** | 3 |
| Compte-gouttes gradué (en verre) | 1 |
| Cylindre gradué 10 mL | 1 |
| Cylindre gradué 25 mL | 1 |
| Cylindre gradué 50 mL | 1 |
| Cylindre gradué 100 mL | 1 |
| Entonnoir à filtration | 1 |
| Erlenmeyer (fiole conique) 250 mL | 1 |
| Fiole jaugée 25 mL | 1 |
| Fiole jaugée 50 mL | 1 |
| Fiole jaugée 100 mL | 1 |
| Pince de plastique | 1 |
| Pipette de transfert en plastique, pour l’**eau distillée** | 3 |
| Pipette graduée de 1 mL | 1 |
| Pipette graduée de 5 mL | 1 |
| Poire à pipette | 1 |
| Spatule | 1 |
| Thermomètre | 2 |
| Tige d’agitation de verre | 1 |
| Marqueur non permanent | 1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **MATÉRIEL COMPLÉMENTAIRE** | **LOCALISATION** |
| Balance électronique | Armoire 38 |
| Chronomètre | Tiroir 12 |
| Flacon laveur d’eau distillée | comptoir |
| Pince à bécher | Tiroir 15 |
| Pince à éprouvettes | Tiroir 15 |
| Pinces universelles | Tiroir 15 |
| Plaque chauffante | Armoire 37 |
| Règle | Tiroir 18 |
| Support à éprouvettes | Armoire 39 |
| Support universel | Tiroir 15 |
| Lunettes de protection | Tiroir 12 |
| Sarrau | A l’entrée |

|  |  |
| --- | --- |
| **MATÉRIEL SPÉCIFIQUE À CHAQUE LABORAOIRE** | **PANIER** |
| Bouchons | Les quantités fournies sont adaptées à chaque expérience |
| Bouteilles de 700 mL avec leur bouchon vissable |
| Éprouvettes |
| Nacelles de pesée pour chaque soluté |
| Pipette de transfert graduée pour chaque solution |
| Plaques (à godets/à titrage) |
| Solutés requis |
| Solvants requis |
| Solutions (certaines; spécifiées) |

## TERMES UTILISÉS POUR LE MATÉRIEL DE LABORATOIRE DE CHIMIE

1. bécher

2. fiole jaugé (volumétrique)

3. ampoule à décantation

4. cylindre gradué

5. éprouvette

6. capsule à évaporation

7. vase de pétri

8. tige de verre avec policemen

9. a) micrspatule, b) spatule

10. creuset

11. ballon de Florence

12. erlenmeyer

13. erlenmeyer à succion

14. pince à bécher

15. pince à thermomètre

16. plaque de porcelaine

17. brûleur Bunsen

18. brûleur Meker

19. pince à queue

20. noix à angle droit

21. pince universelle

22. pince à burette

23. pince à creuset

24. support à burette simple

25. entonnoir pour solide

26. entonnoir Büchner

27. pince à éprouvette

28. pince pour tube

29. entonnoir longue tige

30. support universel

31. flacon laveur

32. flacon compte-gouttes

33. poire à pipette 3 sens

34. burette

35. pipette jaugé

36. pipette de Mohr (gradué)

37. anneau à pince

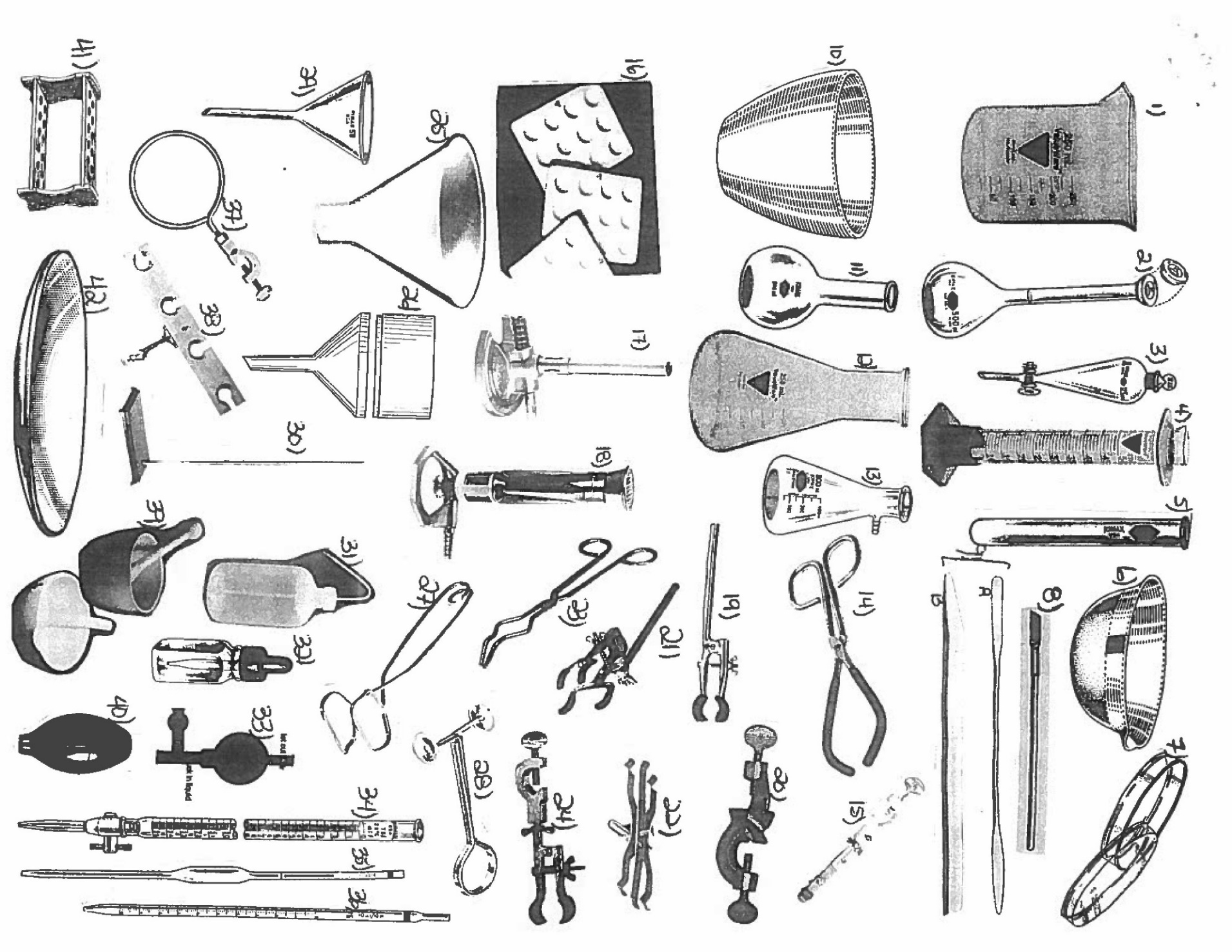
38. support à entonnoirs

39. mortier et pilon

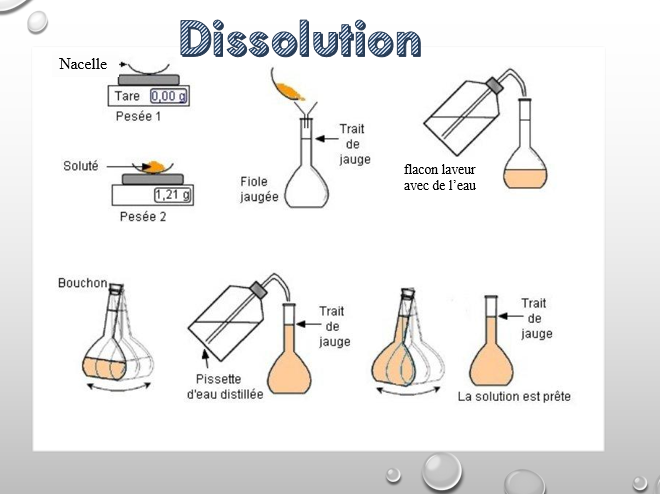
40. poire à pipette ordinaire

41. support à éprouvettes

42. verre de montre

****

**COMMENT EFFECTUER UNE DISSOLUTION**



Flacon laveur

homogénéisation

distillée

où **C**= concentration de la solution à préparer

**m** =masse de soluté requise

**V**= volume de la solution à préparer

**COMMENT EFFECTUER UNE DILUTION**

****

**Dilution**

Eau distillée (H2O)

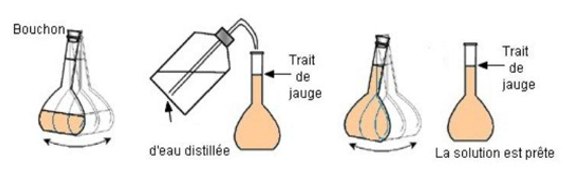
**Une image contenant objet

Description générée avec un niveau de confiance élevé**

****

V1

d’eau distillée



Flacon laveur

V2

C2

homogénéisation

**C1V1= C2V2**

où **C1** = concentration de la solution initiale

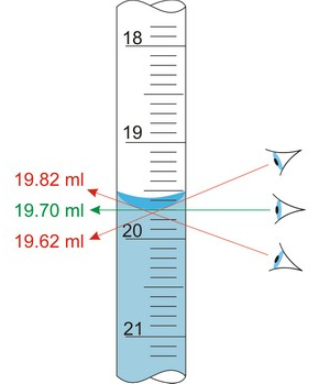
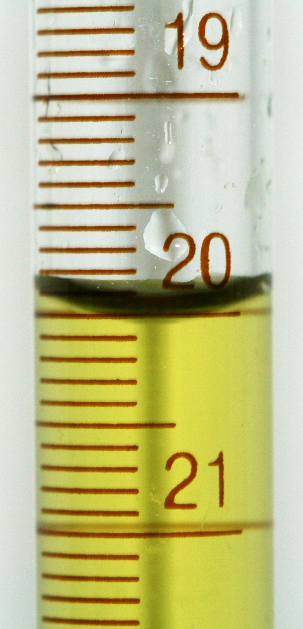
**V1** = volume de la solution initiale

**C2** = concentration de la solution à préparer

**V2** = volume de la solution à préparer

où = volume d’eau distillée nécessaire

## Comment lire un volume

Creux du ménisque

Erreur de parallaxe

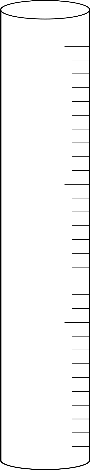
Erreur de parallaxe

**Bonne position**

## Incertitudes sur les mesures

**AU LABORATOIRE**

mL



5,0

10,0

15,0

Avant même de noter une mesure, il faut d’abord figurer la valeur d’une graduation

(division) de l’**instrument de mesure gradué** utilisé.

5 mL / 10 divisions = 0,5 mL/division

L’incertitude absolue sur une mesure équivaut à la **moitié de la plus petite division**

de l’instrument de mesure gradué. Elle est propre à chaque instrument, selon la façon

dont il est gradué.

0,5 mL / 2 = 0,25 mL

Cependant, l’incertitude ne peut comporter plus d’un chiffre significatif. Il sera donc parfois nécessaire d’arrondir la valeur de l’incertitude calculée, et ce, toujours à la hausse.

± 0,25 mL devient : ± 0,**3** mL.

Cas particulier :

Pour les instruments de mesure à **affichage numérique**, comme l’instrument ne comporte pas de divisions (graduations), l’incertitude correspond à la plus petite valeur que l’instrument affiche. Ainsi, pour une balance électronique qui lit aux 0,01 g, l’incertitude sera de ± 0,01 g.

Il ne reste plus qu’à lire la mesure sur l’instrument, et à présenter la valeur avec son incertitude. Il faudra possiblement faire un dernier ajustement des valeurs ici en ‘’accordant’’ la mesure avec l’incertitude. Pour ce faire, il suffit de s’assurer que le dernier chiffre significatif de la mesure corresponde au même rang que le chiffre significatif de l’incertitude.

10,75 mL ± 0,3 mL devient : 10,**8** mL ± 0,3 mL

En résumé :

**Détermination de l’incertitude sur une mesure:**

1- Figurer la valeur de la plus petite division de l’instrument de mesure utilisé.

2- Diviser cette valeur par 2.

3- Arrondir (à la hausse) cette valeur, à un seul chiffre significatif.

**Présentation d’une mesure:**

4- Lire la mesure sur l’instrument.

5- ’’Accorder’’ la mesure avec son incertitude et les inscrire au tableau des résultats.

**PROPAGATION DE L’INCERTITUDE**

Lorsque des mesures sont additionnées ou soustraites, leurs incertitudes s’additionnent. Les mêmes règles, quant à la présentation des incertitudes et des mesures (décrites plus haut), s’appliquent encore.

Exemple :

Lors d’une neutralisation de 25 mL d’acide inconnu, les volumes suivants de NaOH ont été lus sur la burette:

Vi = 16,35 mL ± 0,05 mL et Vf = 34,60 mL ± 0,05 mL,

Le volume de NaOH utilisé pour neutraliser l’acide est de :

Vf - Vi = (34,60 mL ± 0,05 mL) – (16,35 mL ± 0,05 mL)

= (34,60 mL – 16,35 mL) ± (0,05 mL **+** 0,05 mL)

= 18,25 mL ± 0,10 mL deviendra

= 18,**3** mL ± 0,**1** mL

## **COMMENT RÉDIGER UN RAPPORT DE LABORATOIRE**

Adaptation du site : http://sites.cssmi.qc.ca/pdm/IMG/pdf/modele\_rapport\_labo.pdf

Un rapport de laboratoire permet de répondre à un but à l’aide de preuves scientifiques. Il doit pouvoir être refait de la même façon par une autre personne et celle-ci doit arriver à la même conclusion. Pour ce faire, le rapport doit être bien détaillé, surtout le protocole, un peu comme une recette culinaire.

**But**

✔ L’action à faire, le problème à résoudre (cette phrase débute par un verbe d’action à l’infinitif comme trouver, déterminer, comparer, … ou encore par « je dois »).

**Hypothèse**

✔ Réponse provisoire qui tente de répondre au but (je crois que…).

✔ Suivi d’une justification logique (parce que…).

✔ Avec la méthode employée pour répondre au but, la tâche à exécuter (en faisant …).

**MATÉRIEL**

✔ Inscrire tout le matériel et les réactifs utilisés et les présenter en colonne (comme une liste d’épicerie) avec des tirets devant chaque item.

✔ Avec la nature et les quantités (ex : 2 cylindres).

✔ Avec le format s’il y a lieu (ex : 2 cylindres de 50 mL)

✔ Avec la formule chimique, la phase et la concentration des réactifs

(ex : NaOH(aq) 2 M).

**SCHÉMA DU MONTAGE**

✔ Identifier directement sur le schéma le matériel et les variables qui sont les quantités mesurées ou calculées à l'aide de lignes de renvoi. Ces lignes de renvoi doivent être idéalement placées à droite du schéma. Donner un titre et le placer sous le schéma.

**MANIPULATIONS (ou protocole)**

✔ Toutes les étapes à suivre pour réaliser l’expérience sont présentes avec les mesures de sécurité à prendre s'il y a lieu.

Faire comme si tout le matériel était devant toi, sur la table.

✔ Décrire les étapes en ordre chronologique et numérotées.

✔ Décrire par une phrase simple qui comporte une action (verbe à l’infinitif).

✔ L’observation à noter est précisée (noter une couleur, une masse, …). Ne pas inscrire « noter les résultats » car c'est trop vague.

✔ Tout le matériel inscrit dans la liste a été nommé, utilisé dans le protocole (ex : noter la masse à l’aide d’une balance). Il n'est pas cohérent d'avoir du matériel inutilisé.

✔ Exprimer les quantités des réactifs utilisés en tenant compte de l'incertitude des instruments.

✔ Préciser la concentration et la quantité des réactifs s'il y a lieu.

✔ Utiliser le verbe « mesurer » lorsqu'un instrument de mesure est utilisé. Ex : Mesurer 25,0 mL avec le cylindre gradué, plutôt que : ~~Verser~~ 25,0 mL dans le cylindre gradué ou trouver le pH avec le pH mètre ou la température avec le thermomètre.

✔ Une phrase qui débute par mesurer comporte 3 éléments : quoi, avec quoi et la capacité de l'instrument. Ex : Mesurer 20,0 mL de solution avec le cylindre gradué de 25,0 mL.

✔ S'il y a lieu, être le plus précis possible pour décrire la mesure faite et écrire sa variable. Ex : Mesurer la température initiale (Ti) avec le thermomètre. / Observer s'il y a effervescence au cours de la réaction chimique. /Agiter avec la tige de verre jusqu'à dissolution complète. / Observer la couleur prise par le papier tournesol bleu dans cette solution.

✔ Prévoir un témoin s'il y a lieu (ex: pH 7 lors d'une neutralisation).

✔ Les étapes sont simplifiées, sans répétition excessive. Indiquer les numéros des étapes qui doivent être refaites par d'autres substances (ex: refaire les étapes 1 à 10 avec de l'huile).

✔ À la fin, le matériel est rangé de façon sécuritaire et le poste de travail nettoyé.

✔ Ne pas écrire « faire un tableau des résultats » ou « faire les calculs » car ce ne sont pas des manipulations; ces étapes se font plus tard dans le rapport de laboratoire.

**Tableau des résultats**

✔ Titre explicatif contenant 2 variables (ex: La température en fonction du temps de chauffage). Utilise le nom des colonnes (ou rangées) pour t'aider à faire le titre.

✔ Tout est dans un cadre avec des colonnes et des rangées bien identifiées.

✔ Le tableau contient seulement des observations (ce que tu as vu lors de l’expérience), pas de calcul. Il doit inclure tous les chiffres qui serviront à faire un éventuel calcul.

✔ Les unités de mesure sont indiquées une fois dans le titre de la colonne et une légende est écrite sous le tableau s’il y a lieu. Les incertitudes des instruments sont indiquées également dans le titre de la colonne, à moins que celle-ci ne change d’une mesure à l’autre (voir : propagation d’incertitude).

✔ Une même expérience doit être refaite au moins 2 fois pour s'assurer d'avoir un résultat représentatif.

**Analyse (traitement de l’information)**

✔ Calculs détaillés (comme une moyenne, un taux de variation) avec la formule utilisée, les unités de mesure, … S'il y a plusieurs fois le même calcul, on le fait au complet une seule fois et on indique seulement les résultats pour les autres calculs.

✔ Donner un titre à chaque étape des calculs. Ex : Variation de température

✔ Écrire la formule utilisée.

✔ Construction d’un graphique si nécessaire

* + Doit être faits avec Excel (à moins d'avis contraire).
  + Donner un titre, identifier les axes, placer les unités entre parenthèses.
  + Utiliser la fonction « nuage de points » pour faire le graphique. Ne jamais couper les axes : le point (0,0) doit y être.
  + Utiliser la régression linéaire pour relier les points et afficher l'équation.

✔ Répondre aux questions présentées dans le document

**Discussion**

✔ Faire un retour avec le but

✔ Faire un lien avec vos hypothèses

✔ Faire référence aux lois ou principes scientifiques en cause

✔ Comparer les résultats avec les valeurs théoriques si possible

✔ Appuyer ses justifications avec les valeurs mesurées. Ex : Quelle substance a la plus grande capacité thermique massique ? La substance X s'est réchauffée plus rapidement que la substance Y, car sa température est passée de 20,0ºC à 34,0 ºC comparativement à 20,0 ºC à 28,0 ºC pour le même intervalle de temps... (par la suite, faire le lien entre la variation de température et la capacité thermique massique).

✔ S'il y a lieu, discuter du pourcentage d'écart entre les valeurs théoriques et expérimentales.

✔ Énumérer les sources d’erreurs (incertitude due aux instruments, erreurs de parallaxe dans la mesure des lectures ou toute autre cause ayant pu affecter les données)

Ex : Le matériel peut avoir contaminé la solution-mère. La concentration initiale est erronée, ce qui a un impact sur la solution diluée et sur la mesure du pH. Avoir un cylindre gradué pour chaque réaction.

✔ Des questions que l’on se pose suite au laboratoire

✔ Généraliser les résultats

✔ Évaluer si les résultats peuvent s’étendre à d’autres cas

**Conclusion**

✔ Faire un retour sur l’hypothèse (ex: J'avais raison ou tort car...).

✔ Proposer des améliorations sur cette expérience pour une prochaine fois (au niveau du matériel proposé ou de la méthode employée).

✔ Faire un lien avec la mise en situation